NACHRICHTENBLATT
des Deutschen Pflanzenschutzdienstes



Herausgegeben von der

BIOLOGISCHEN BUNDESANSTALT FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT BRAUNSCHWEIG

unter Mitwirkung der

PFLANZENSCHUTZÄMTER DER LÄNDER



Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzd. (Braunschweig) Band 13 | Nr. 8 | Seite 113—128, Stuttgart, August 1961

VERLAG EUGEN ULMER · STUTTGART

Diese Zeitschrift steht Instituten und Bibliotheken auch im Austausch gegen andere Veröffentlichungen zur Verfügung.

Tauschsendungen werden an folgende Adresse erbeten:

Bibliothek der Biologischen Bundesanstalt
für Land- und Forstwirtschaft

Braunschweig
Messeweg 11/12

This periodical is also available without charge to libraries or to institutions having publications to offer in exchange.

Please forward **exchanges** to the following address:

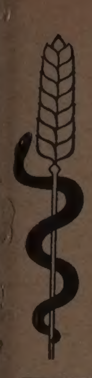
Library of the Biologische Bundesanstalt
für Land- und Forstwirtschaft

Messeweg 11/12
Braunschweig
(Germany)

Rezensionsexemplare

Die Herren Verleger werden dringend gebeten, Besprechungsexemplare nicht an den Verlag und auch nicht an einzelne Referenten, sondern ausschließlich an folgende Adresse zu senden:

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft — Schriftleitung Nachrichtenblatt — **Braunschweig**, Messeweg 11/12



Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes

Herausgegeben von der BIOLOGISCHEN BUNDESANSTALT FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT BRAUNSCHWEIG
unter Mitwirkung der PFLANZENSCHUTZÄMTER DER LÄNDER

VERLAG EUGEN ULMER · STUTTGART

13. Jahrgang | August 1961 | Nr. 8

DK 632.936.22 + 632.951.1 Metaldehyd: 632.64
594.382.5 : 591.512.13

Untersuchungen über die Wirksamkeit von Metaldehydködern auf Nacktschnecken unter Berücksichtigung ihrer Verhaltensreaktionen

Von Dora Godan, Biologische Bundesanstalt, Institut für Zoologie, Berlin-Dahlem

Der toxische Wirkstoff der molluscicіden Handelspräparate ist Metaldehyd. Obwohl seine Giftigkeit für Schnecken außer Zweifel steht (Mayer 1957), wird dennoch häufig über eine ungenügende Wirksamkeit der Mittel im Freiland und Gewächshaus Klage geführt (Plate und Frömming 1952, Frömming 1955, Böhm 1957 u. a.). Nur in seltenen Fällen liegt der Grund für dieses Versagen in den Präparaten selbst, meistens wird die Witterung als Ursache angesehen (Mayer 1957, Godan 1960).

Einzelne Beobachtungen ließen aber vermuten, daß auch verhaltensbedingte Reaktionen der Schnecken den Erfolg des Köderverfahrens beeinträchtigen können, doch ist die Verhaltensweise schädlicher Schnecken bisher nur wenig untersucht worden; besser bekannt sind Wasserschnecken, z. B. Ampullarien, Lymnaeen (Fischel 1931) und *Physa* (Thompson 1917) sowie Tiere der Gezeitenzone (Arey und Crozier 1918 u. a.) und einige Landgastropoden (Garth und Mitschell 1926, Humphrey 1930, Fisher 1950 u. a.).

Um Einblick in das Verhalten einiger als Schädlinge bekannter Nacktschnecken zu gewinnen, wurden Untersuchungen an mehreren Hundert *Limax maximus* L., *L. flavus* L. und *Deroceras reticulatum* Müll. (Fam. *Limacidae)* durchgeführt. Die a. a. O. (Godan 1958) näher beschriebene Aufzucht der Schnecken erfolgte bei 75% bis 80% rel. Feuchtigkeit und etwa 15° C; das Futter bestand aus Kartoffel, Mohrrübe, Kasein und Hefe.

I. Das Verhalten der Schnecken gegen Metaldehyd

Bei den Landgastropoden wird der Grad der Aktivität weitgehend durch den Wassergehalt ihres Körpers bestimmt (Fischer 1950), der wiederum von der Feuchtigkeit ihrer Umgebung abhängig ist. Daher variieren bei ihnen Ruhe und Tätigkeit mit den klimatischen Bedingungen des Biotops, in dem sie leben. Für die Nacktschnecken trifft das in noch höherem Maße zu als für die gehäusetragenden, die sich durch Einziehen des Körpers in das Schneckenhaus vor Trockenheit schützen können. So geht *Arion empiricorum* Fér. kurz vor Sonnenuntergang auf Nahrungssuche und kehrt erst kurz nach Sonnenaufgang in sein Versteck zurück (Fischer). Auch *Deroceras reticulatum* Müll., *Milax budapestensis* Hazay und *Arion hortensis* Fér. werden nur zu bestimmten Nachtstunden aktiv (White 1959). Jedoch kann dieser Rhythmus durch Regen während der Tageszeit abgeändert werden, so daß die Schnecken dann auch tagsüber außerhalb ihrer Verstecke zu finden sind. Die Weinbergschnecke *(Helix pomatia* L.) hat sich in ihren Ruhe- und Aktivitätsperioden als arhythmisch erwiesen (Szymanski 1918, zit. bei Calhoun 1944); unter den Umweltsfaktoren wird dem Regen eine stimulierende Wirkung beigemessen (Wells 1944).

Von Bedeutung für die Aktivität der Feldschnecken sind nach Dainton (1954) Änderungen der Temperatur, die zusammen mit der relativen Feuchtigkeit auf den Wasserhaushalt der Schnecke einwirkt. Als Vorzugstemperatur für *Deroceras agreste* L. wurde in einer Temperaturorgel 17°—19° C ermittelt. Unterhalb dieser kann *Deroceras* noch recht lange aktiv bleiben; erst bei 0° C wird die Schnecke bewegungslos, ist aber noch nicht tot. Oberhalb der Vorzugstemperatur liegt die Aktivitätsgrenze schon bei 25° C; der Tod tritt bei 35° C ein (Carrick 1942).

So wird die Aktivität der Nacktschnecken durch meteorologische Faktoren andauernd beeinflußt und geändert, so daß Fischer (1950) sie als unberechenbar angibt. Daher ist auch das Verhalten dieser Tiere gegen Köder schwierig vorauszubestimmen und vielen, nicht von vornherein erkennbaren Zufälligkeiten unterworfen. Bei *Milax gracilis* Leydig hat Thomas (1948) festgestellt, daß feuchte und warme Nächte große Fänge an den Metaldehydködern ergeben, weil die Schnecken bei dieser Witterung lebhaft umherkriechen, während kalte und trockene Nächte nur geringe Fänge bringen. Die beste Köderwirkung und damit den größten Erfolg bei der Bekämpfung ergeben feuchte, warme Nächte, auf die ein warmer, trockener Tag folgt. Bei leichtem Regen ist die Menge der an den Ködern angetroffenen Nacktschnecken größer (Barnes und Weil 1942, 1945), wäh-

rend dagegen bei starkem Regen die Fänge kleiner sind, weil die Aktivität gehemmt ist (Thomas 1948).

Nach Freilanduntersuchungen von Barnes und Weil (1942) sowie Speyer (1954) wurden durch Metaldehyd in reiner Form nur sehr geringe Fangergebnisse an Ackerschnecken erzielt. Auch Lange und Sciaroni (1952) fanden, daß hohe Metaldehydkonzentrationen gegenüber niedrigen das Fangergebnis nicht verbessern. In eigenen Versuchen wurde nun beobachtet, das selbst noch so geringe Suspensionen, wie 1,0 % und 0,1 %, *Limax maximus* L. zur Flucht veranlassen. Einjährige Schnecken wurden hierbei auf behandelte Erde gesetzt, die auf einer Fläche von 50 × 60 cm mit 50 ccm der genannten Suspensionen besprüht war. Nach kurzer Zeit nahmen die stark erregten Tiere eine lang gestreckte Gestalt an, wobei sie bis zu 16 cm maßen, während nichterregte Schnecken gleichen Alters höchstens bis zu 12 cm lang sind. Die Schnecken krochen in den Schalen lebhaft umher und versuchten, aus der Gefahrenzone zu entweichen. Bereits nach 15 Minuten befanden sich alle 20 Schnecken an den giftfreien Rändern der Schalen und blieben dort bis zum Versuchsschluß nach 4 Stunden. Diese Schreckreaktion auf stärkere Metaldehydkonzentrationen ist aber nicht eine Folge der Fernwirkung durch Geruchsreize, sondern beruht auf einem Erregungseffekt infolge Kontakt, der die Schnecken veranlaßt, sobald wie möglich sich von der Reizquelle zu entfernen. So versuchten sie die Berührung mit dem Metaldehyd zu vermeiden, indem sie als Rückweg die eigene Schleimspur oder die einer Artgenossin wählten. Auch Anheben der vorderen Sohlenpartie und Einziehen des Kopfes wurden bei *Limax* und *Helix* beobachtet. Zusammenfassend kann als gesichert angesehen werden, daß die Schnecken das Bestreben haben, mit hohen Metaldehydkonzentrationen begiftete Flächen zu meiden.

Aber starke Konzentrationen bieten erst die Gewähr für den Bekämpfungserfolg, und es kann auf sie nicht verzichtet werden. Doch sind sie nach den obigen Feststellungen nicht geeignet, die Schnecken anzulocken und zum längeren Verweilen zu veranlassen. Diesem Befund stehen zwar Beobachtungen im Schrifttum (Speyer 1954, Bruel und Moens 1958 a) entgegen, nach denen z. B. Metaldehyd-Kleie-Gemische, die bekanntlich mindestens 4—6 % Wirkstoff enthalten, eine größere Fangwirkung haben als Köder aus reiner Kleie. Aber bereits 1957 hat Mayer darauf hingewiesen, daß dieser Attraktiveffekt vorgetäuscht ist, weil die begifteten Schnecken nur bewegungsunfähig sind, so daß sie nicht mehr fliehen können und daher in der Nähe des Köders liegen bleiben. Der Grund für diese Bewegungsunfähigkeit liegt meines Erachtens in Folgendem:

Die Schnecken beantworten den Metaldehydreiz mit übermäßiger Schleimabsonderung. So wurde in eigenen Versuchen mit *L. maximus* bei einer rel. Luftfeuchtigkeit von 90 %—95 % schon 10 Min. nach Einwirkung von 0,02 %iger Metaldehydkonzentration ein Gewichtsverlust bis zu 46,1 % (im Mittel bei 10 Tieren 33,3 %) des Ausgangsgewichtes und nach 30 Min. ein Verlust bis zu 52,9 % festgestellt. Da der Schleim der Nacktschnecken etwa 98 % Gewichtsteile Wasser enthält (Dainton 1954), ist leicht einzusehen, daß ein so starker Wasserverlust zu einer Hemmung der Aktivität führen muß und die Schnecken in der Nähe des Köders liegenbleiben. Der Hemmungsgrad entspricht der Höhe des Wasserverlustes. So wird auch verständlich, weshalb einige Schnecken sich noch weit von dem Köder entfernen und verstecken können. Möglicherweise ist die Menge der Schleimabsonderung und damit des Wasserverlustes individuell und vielleicht auch artverschieden, so daß die Stärke der Aktivitätshemmung bei den in einem bestimmten Areal vorhandenen Schnecken nicht einheitlich ist. So betrugen in meinen Versuchen die Wegstrecken, die *L. maximus* nach Kontakt mit dem Metaldehydköder unter starker Schleimproduktion noch zu kriechen vermochte, bis die Aktivität erloschen war, von 0 cm bis maximal 85 cm.

Nach Dainton kann *L. maximus* trotz übermäßiger Schleimabgabe und einem Gewichtsverlust bis zu 50 % des normalen Körpergewichts, wobei das Tier bewegungslos ist, innerhalb von zwei Stunden wieder seine völlige Aktivität erlangen, wenn der Gewichtsverlust durch Aufnahme von Wasser (im Regen oder in feuchter Luft oder auf feuchtem Erdboden) rückgängig gemacht wird. Dasselbe habe ich bei meinen Versuchstieren beobachtet. Die Schnecken überlebten diesen starken Wasserverlust ohne sichtbare Schädigung, wenn sie nach dem Versuch mit Wasser abgespült und in hohe Feuchtigkeit (90 %—95 % rel. F.) gebracht wurden. Dieser Befund deutet auf die außerordentliche Fähigkeit der Nacktschnecken hin, sich nach Eintritt günstiger Umstände zu erholen.

Wie bereits früher bei Insektiziden festgestellt wurde (Godan 1959), haben viele chemische Stoffe bei hoher Konzentration eine Abschreckwirkung und bei niedriger Dosierung einen Anlockungseffekt. Dazwischen liegt die Umkehrkonzentration, bei welcher 50 % der Versuchstiere abgeschreckt und 50 % angelockt werden. Während der vorliegenden Untersuchungen wurden auch entsprechende Versuche mit verschiedenen Metaldehydkonzentrationen durchgeführt. Hierbei mußte das Versuchstier zwischen zwei Kartoffelscheiben wählen, von denen die eine zwei Stunden lang in die Metaldehydverdünnung und die andere ebenso lange in reines Wasser getaucht worden war. Einjährige *L. flavus* zeigten dabei folgendes Verhalten (Temperatur 20 °—22 ° C): 1,0 %ige und 0,1 %ige Metaldehydsuspensionen wurden von den Schnecken gemieden, dagegen die 0,0001 %ige Lösung aufgesucht. Bei dieser wählten sie sogar die Metaldehydgetränkte Kartoffel als Ruheplatz und legten auch Eier hier ab. In dem Bereich der 0,01 % bis 0,001 %igen Verdünnungen liegt die oben erwähnte Umkehrkonzentration.

Die Wirkung des Köderverfahrens beruht auf der Fernorientierung durch Geruchsreize, die auch bei Landgastropoden nachgewiesen worden ist (Kittel 1956). Metaldehyd jedoch wirkt anscheinend nicht auf den Geruchssinn ein, da Zubereitungen von Metaldehyd mit geruchlosen Stoffen, wie Seesand, selbst in nur 1 cm Entfernung nicht gewittert werden. So habe ich bei *Limax maximus* und *L. flavus* beobachtet, daß die Schnecken dicht an den Ködern ohne jede Reaktion vorbeikriechen. Daher werden den Handelspräparaten auf den Geruchssinn wirkende attraktive Stoffe, z. B. Weizenkleie, zugesetzt. Doch wirkt die Kleie nur auf diejenigen Schnecken anlockend, die Knollen- und Wurzelfresser sind, wie *Limax maximus* L. und *L. flavus,* oder diese Nahrung nur gelegentlich aufnehmen, wie *Deroceras reticulatum* Müll. Aber auch für *L. flavus* wird die Lockwirkung der Kleie noch von Frömming (1957) bestritten. Ausgesprochene Grünblattfresser, wie viele Arioniden und Gehäuseschnecken, verhalten sich jedoch indifferent: es bleibt dem Zufall überlassen, ob diese Schnecken das Metaldehyd-Kleie-Präparat finden oder nicht. Hier bringt das Streuverfahren im Vergleich zur Anköderung mittels Häufchen bessere Ergebnisse. Denn die Wahrscheinlichkeit, daß die Schnecke bei dem Umherkriechen während der Nahrungssuche auf den Köder trifft, ist bei dem Streuverfahren wesentlich größer als bei den Häufchen. Bestätigt wurden diese Überlegungen durch eigene Gewächshausversuche, bei denen ein Handelspräparat und ein Metaldehyd-Kleie-Gemisch (1 : 1) im Häufchen- sowie Streuverfahren geprüft wurden (Tab. 1). Zur Anwendung gelangten im Streuverfahren je 20 g und bei den Häufchen je 8 (je 2,5 g im Abstand von 40 cm) auf insgesamt sechs Parzellen (Temperatur

15°—16° C; etwa 70% rel. F.). Die Beete waren zur Hälfte mit Chrysanthemen und Azaleen bepflanzt. Die Bestandsaufnahme vor dem Versuch ergab in dem Gewächshaus (4 × 14 m) etwa 300 Nacktschnecken, meist *Deroceras reticulatum* Müll. und vereinzelt *Limax maximus* L. und eine *Arion*-Art.

Tabelle 1. Vergleich zwischen Häufchen- und Streuverfahren. Befund und Fangergebnis.

Mittel	Verfahren	Nach 1 Tag			Nach 3 Tagen			Nach 7 Tagen			Gesamtfänge
		0	⌀	+	0	⌀	+	0	⌀	+	
Handels-präparat	Häufchen	0	6	24	4	1	2	1	0	0	38
	Streu	0	1	61	5	3	3	8	1	21	103
Metaldehyd-Kleie-Gemisch	Häufchen	19	0	11	7	0	0	3	0	0	40
	Streu	12	2	67	0	3	17	7	1	29	138

Befund der Schnecken: 0 ≙ gesund, ⌀ = geschädigt, + ≙ tot

Bei gleichmäßiger Behandlung einer Fläche ist die Wirksamkeit des Präparats allein von dem Toxizitätsgrad der Wirkstoffkonzentration und nicht von der Lockwirkung des Köderstoffes abhängig. Daher können in diesem Falle auch starke Konzentrationen, welche die Schnecken sonst meiden, zum Erfolg führen, wie z. B. die von Lange und Sciaroni (1952) empfohlenen Stäubungen mit 10%igem Metaldehyd gezeigt haben. Neuerdings gelangt auch das Spritzen mit Suspensionen zur Anwendung.

II. Die Gewöhnung der Schnecken an Metaldehyd

Da die Tiere im Freiland nach Aufnahme subletaler Metaldehydkonzentrationen sich meist erholen können, sind häufige Bekämpfungen in einem Befallsgebiet notwendig. Hierbei kommen die Schnecken in der Regel mehrmals mit dem Metaldehyd in Berührung. Eine Gewöhnung an den Wirkstoff muß daher in Betracht gezogen werden, zumal bei Gastropoden Gewöhnungen an bestimmte Reize festgestellt worden sind (Humphrey 1930). Für eineinhalbjährige *L. maximus* hatte sich in eigenen Versuchen die 0,0001%ige Metaldehydlösung als eine auch über längere Zeit ohne sichtbare Schädigung verträgliche Dosis erwiesen. Fünf Wochen lang wurden die Versuchstiere mit einer Metaldehyd-Kleie-Paste aus 20 g Weizenkleie, getränkt mit 20 ccm einer 0,0001%igen Metaldehydkonzentration, gefüttert. Jede Schnecke erhielt 0,5 g des Gemisches (Gruppe I), das zur Kontrolle der Freßlust täglich erneuert wurde; schlechte Fresser wurden ausgesondert. Gruppe II bekam entsprechend wassergetränkte Kleie vorgesetzt. Von den 40 Schnekken in jeder Gruppe blieben bis zum Ende der Fütterungsperiode bei I 30 und bei II 31 am Leben. Zwischen den Sterblichkeiten in beiden Gruppen bestand also kein Unterschied.

Tabelle 2. *Limax maximus* L.: Fangwirkung der Köder in Abhängigkeit von der Gewöhnung an Metaldehyd.

Gruppe	Anzahl der Tiere	Tiere an den Ködern	N[1])	$\bar{x}$[2]) %	P	Befund
I	30	63,3%	26	54%	> 0,05	indifferent
II	31	90,3%	31	68%	< 0,05	attraktiv

[1]) $N = f_1 + f_2$
f_1 = Anzahl der Tiere am Metaldehydköder
f_2 = Anzahl der Tiere am Kleieköder

[2]) $\bar{x} = \frac{f_1}{N}$

Der Test selbst wurde als Wahlversuch durchgeführt, in welchem sich jede Schnecke zwischen reiner Kleie und einem trocknen Metaldehyd-Kleie-Gemisch (2:1) entscheiden konnte. Fraß und Schleimspuren an den Häufchen (je 1,5 g) wurden nach 30 Min. registriert. Das Ergebnis zeigt Tab. 2.

Die mit reiner Kleie gefütterten Schnecken der Gruppe II hatten sich nach 30 Min. Versuchsdauer dem Metaldehyd-Kleie-Köder zugewandt, während bei den Versuchstieren der Gruppe I, die an den Wirkstoff gewöhnt war, keine Bevorzugung festgestellt werden konnte.

Auch die Sterblichkeit wird durch Vorbehandlung der Schnecken mit einer subletalen Metaldehyddosis beeinflußt: die behandelten Tiere der Gruppe I sind empfindlicher als die unbehandelten der Gruppe II. Nach Abschluß des 16 Stunden dauernden Tests waren von 30 Versuchstieren der Gruppe I 25 tot (= 83%; $P < 0,01$), von 31 der Gruppe II dagegen nur 12 tot (= 39%; $P > 0,05$). Nach Beendigung der Tests wurden die Schnecken im Wasserstrahl abgespült, von dem noch anhaftenden gifthaltigen Schleim und den Erdpartikeln befreit und einzeln in Schalen mit feuchter Erde und Futter (Kartoffel) weiter beobachtet. 21 Tage später waren von Gruppe I nur noch zwei geschädigte am Leben, während von Gruppe II dreimal soviel Tiere überlebten. Dieser Befund widerspricht der Erwartung, nach welcher Tiere, die an subletale Dosen gewöhnt sind, widerstandsfähiger als Normaltiere sein müßten. Spätere Untersuchungen werden zeigen, ob dieser Befund auf einer akkumulativen Wirkung des Metaldehyds beruht.

III. Lage des Köders

In Versuchen mit *L. maximus* sollte ermittelt werden, ob auch der Ort, an welchem sich der Köder befindet, Einfluß auf die Fangwirkung hat. Der Test erfolgte in Schalen (50 × 60 cm), deren Bodenflächen in den ersten Versuchen mit feuchter Erde, in den späteren aber mit feuchter, brauner Pappe, auf welcher die Schleimspuren besser sichtbar blieben, bedeckt wurden. An dem einen Rand der Schale befand sich ein Unterschlupf für die Tiere, eine auf etwa 1 cm hohen Holzklötzchen ruhende Sperrholzplatte (4 × 8 cm). Die Versuche erfolgten bei 18°—19° C und 85—90% rel. Feuchtigkeit. Die während der nächtlichen Aktivität der Schnecken auf der Pappe hinterlassenen Schleimspuren wurden am nächsten Morgen durch Nachzeichnen auf einer Cellophanfolie oder einer Glasplatte registriert. Die Köder, aus Kartoffel, Kleie oder einem Metaldehyd-Kleie-Gemisch (6% Wirkstoff), befanden sich entweder in der Mitte der Schale oder am Rande gegenüber dem Unterschlupf. Meist wurden die Versuche mit dem gleichen Tier durchgeführt, um zu ermitteln, ob der Köder bei Lageveränderung noch an der alten Stelle gesucht wird. Wie aus Abb. 1 ersichtlich, wurden bessere Fangergebnisse erzielt, wenn sich die Köder am Rande der Schalen befanden.

Die Schnecke hat also das Bestreben, möglichst am Rand der Schale entlang zu kriechen und freie, ungeschützte Flächen zu meiden. Die Zeichnungen in Abb. 2 geben ein Bild von den beobachteten Schleimspuren (242 Versuchstiere). Wurde eine Schnecke zum ersten Male in die ihr fremde Umgebung versetzt, verliefen die Spuren zunächst am Schalenrande entlang. Erst nach mehrmaliger Verwendung desselben Tieres in der gleichen Schale befanden sie sich auch in der Mitte. Einzelbeobachtungen bei *Lehmannia marginata* Müll., *Deroceras laeve* Müll. und *D. reticulatum* Müll. sowie *Helix pomatia* L. lassen ein ähnliches Verhalten vermuten. So

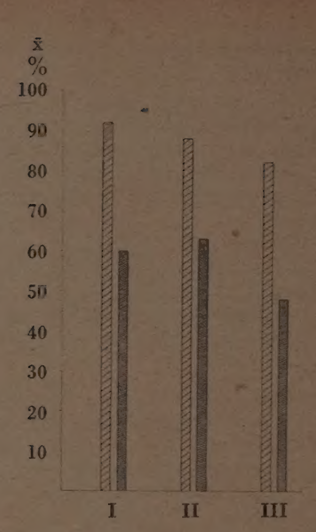


Abb. 1. Einfluß der speziellen Lage des Köders auf die Fangwirkung; $\bar{x}$ = %Satz der Schnecken (*Limax maximus* L.) am Köder; gestrichelt = Randlage; schwarz = Mittellage des Köders (Erklärung im Text).

I Kartoffel, 80 Tiere
Rand: bevorzugt $P < 0{,}001$
Mitte: nicht bevorzugt $P > 0{,}05$

II Kleie, 82 Tiere
Rand: bevorzugt $P < 0{,}001$
Mitte: nicht bevorzugt $P > 0{,}05$

III Metaldehyd-Kleie (6% Wirkstoff), 80 Tiere
Rand: bevorzugt $P < 0{,}001$
Mitte: nicht bevorzugt $P > 0{,}05$.

sind Fangwirkung des Köders und Bekämpfungserfolg zu einem großen Teil davon abhängig, ob sich der Köder auf freier Fläche befindet oder in der Nähe einer Wand, Beeteinfassung, eines Mauervorsprunges, unter Pflanzen u. ä.

Außerdem suchen die Schnecken den Köder an der alten Stelle. Das zeigte sich bei etwa der Hälfte der 242 Versuchstiere, wenn die Lage der Köder am dritten Tage verändert wurde (Abb. 2, c). Daher sollten im Verlauf einer Bekämpfungsaktion die Köder stets an der gleichen Stelle ausgelegt werden, wenn sie erneuert werden müssen.

Die Entfernung, bei welcher die Nahrung noch geruchlich wahrgenommen wird, ist in bewegter Luft in Richtung des Luftstromes wesentlich größer als bei Windstille. So wurde Kohl von *Helix pomatia* in 40 cm Entfernung bei bewegter Luft, aber nur in 6 cm Entfernung bei ruhender Luft gewittert (Fischer). Da zwischen dem meist dichten Pflanzenbestand des Schneckenbiotops in Erdbodennähe in der Regel keine oder nur sehr schwache Luftbewegung herrscht, ist für die vorliegenden Untersuchungen das Geruchsvermögen bei *L. maximus* in ruhender Luft von Interesse. Eine Entfernung von 12 cm scheint die Grenze zu sein, bis zu der noch eine Wahrnehmung erfolgt und damit eine größere Wahrscheinlichkeit für die Annahme des Köders besteht. Bei weiterer Entfernung ist der Erfolg nur vom Zufall abhängig. So haben z. B. von 50 Tieren nur 14% den Köder gefunden. Im Vergleich mit dem oben genannten Wert von 6 cm bei der Gehäuseschnecke ist die hier ermittelte weit größere Entfernung von 12 cm bemerkenswert.

So kann also die Beachtung der verschiedenen Verhaltensweisen der Schnecken im Bekämpfungsplan die Erfolgsaussichten verbessern. Bei einer sehr wanderlustigen Schnecke wie *Arion rufus* L. genügen Schutzstreifen zwischen ihrem Schlupfwinkel und den Fraßpflanzen quer über das Areal; dagegen muß bei der trägen und seßhaften *Deroceras reticulatum*, die nur weiter wandert, um eine neue Futterquelle nach Versiegen der alten aufzusuchen, die Behandlung des Areals in seiner Gesamtheit durchgeführt werden (Bruel und Moens 1958 a).

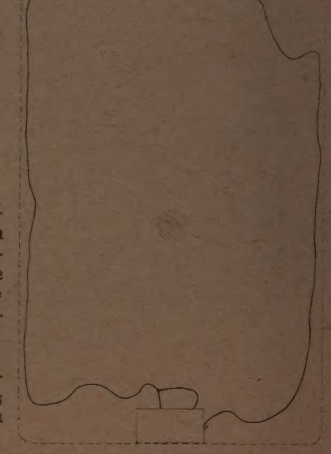
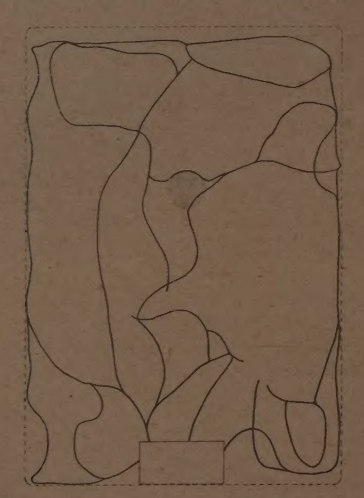
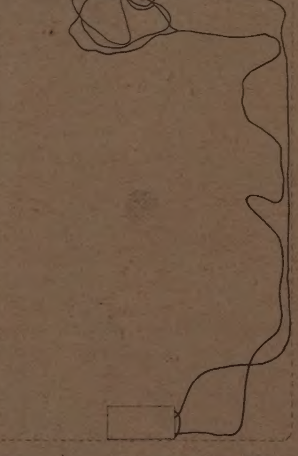


Abb. 2. Darstellung einiger Kriechspuren von *Limax maximus* L.; Viereck = Unterschlupf für die Schnecke; Punkthaufen = Köder; gestrichelt = vergiftete Schnecke.

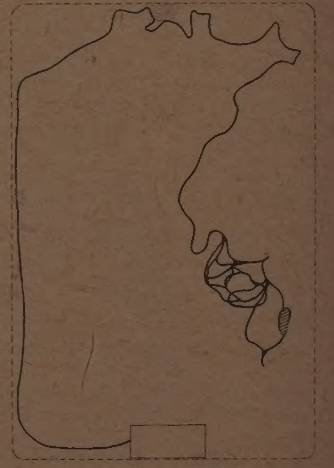
A: Schnecke in ihr unbekannter Umgebung; erster Versuch mit dem Tier



B: Schnecke in ihr bekannter Umgebung; dritter Versuch mit demselben Tier



C: Köder im vorhergehenden Versuch in Randlage; Schnecke sucht zunächst an alter Stelle



D: Metaldehyd-Kleie-Köder; Spur einer vergifteten Schnecke.

IV. Die Art der Nahrung

In den vorliegenden Untersuchungen sollte auch festgestellt werden, welchen Einfluß die Ernährung auf die Widerstandsfähigkeit der Schnecken gegen Metaldehyd ausübt. Als Versuchstiere dienten 9 Monate alte *L. maximus* und *L. flavus*, die, sofort nach dem Schlüpfen aus dem Ei, unter drei verschiedenen Ernährungsbedingungen aufgezogen wurden. Gruppe I erhielt eine kohlehydratreiche Nahrung (Kartoffel), Gruppe II Eiweiß (frisches Schabefleisch bzw. Kasein) und Gruppe III eine gemischte Kost, bestehend aus Kartoffel, Fleisch oder Kasein und Hefe. Die Tests erfolgten mit verschiedenen Metaldehydkonzentrationen (0,1 %, 0,02 % und 0,01 %) bei 10 und 30 Min. Einwirkungsdauer. Dabei wurde Filterpapier (24 cm Durchmesser) mit 5 ccm der Metaldehydlösung oder -suspension getränkt und die Schnecken aufgesetzt, die nach dem Versuch in Schalen mit feuchter Erde weiter beobachtet wurden. Die Einwirkungszeiten wurden so kurz bemessen, daß der Vergiftungsgrad der einzelnen Tiere ermittelt werden konnte, da bei längerer Behandlungsdauer sofortiger Tod eingetreten wäre. Schleimproduktion und Beginn der Futteraufnahme wurden zur Beurteilung der Vergiftung und Erholungszeit herangezogen. 24 Stunden vor dem Test erhielten die Schnecken keine Nahrung mehr. Die Ergebnisse sind in den beiden Tab. 3 und 4 dargestellt.

Tabelle 3. *Limax flavus* L.: Einfluß der Ernährung auf die Empfindlichkeit gegen Metaldehyd; Erklärung der Ernährungsgruppen (I, II, III) im Text.

Metaldehydkonzentration %	Einwirkungsdauer (Min.)	Ernährungsgruppe	$\bar{x}$[1])	Unterschied	$\bar{x}$[1])	Unterschied	P
0,1	10	I	4,2	kein	4,4	signifikant	> 0,05
		II	4,5				
		III	10,0		10,0		< 0,01
0,02	10	I	2,4		2,4	signifikant	< 0,02[3])
		II	—				
		III	4,3		4,3		
0,01	10	I	3,2	kein	3,0	signifikant	> 0,05
		II	2,9				
		III	9,5		9,5		< 0,01
	30	I	5,2	kein	4,6	nicht signifikant[2])	> 0,05
		II	4,3				
		III	7,6		7,6		> 0,02[3])

[1]) $\bar{x}$ = Arithmetisches Mittel aus der Anzahl der Erholungstage
[2]) Deutliche Tendenz zur Signifikanz
[3]) Berechnet nach Waerden und Nievergelt (1956)

Die Schleimabgabe war in allen Fällen bei den Gruppen I und II annähernd normal, aber bei Gruppe III stark bis sehr stark.

Überraschenderweise erwiesen sich die Schnecken der Aufzucht mit gemischter Kost wesentlich empfindlicher als der mit reiner Kartoffel- oder reiner Eiweißfütterung. Die beiden extremen Gruppen (I und II) zeigten jedoch keinen Unterschied.

Auch die Gewichtsverluste infolge vermehrter Schleimabsonderung waren bei Gruppe III größer als

Tabelle 4. *Limax maximus* L.: Einfluß der Ernährung auf die Empfindlichkeit gegen Metaldehyd; Erklärung der Ernährungsgruppen (I, II, III) im Text.

Metaldehydkonzentration %	Einwirkungsdauer (Min.)	Ernährungsgruppe	$\bar{x}$[1])	Unterschied	$\bar{x}$[1])	Unterschied	P
0,1	30	I	3,5	kein	3,5	signifikant	> 0,05
		II	3,5				
		III	9,6		9,6		< 0,01
0,02	10	I	3,0	kein	3,0	signifikant	> 0,05
		II	3,0				
		III	6,7		6,7		< 0,02[2])
	30	I	4,2	kein	3,9	signifikant	> 0,05
		II	3,2				
		III	7,1		7,1		< 0,01
0,01	30	I	4,0	kein	4,0	signifikant	> 0,05
		II	4,0				
		III	7,0		7,0		< 0,01

[1]) $\bar{x}$ = Arithmetisches Mittel aus der Anzahl der Erholungstage
[2]) Berechnet nach Waerden und Nievergelt (1956)

bei I und II, wie sich durch Wägungen der Schnecken kurz vor und nach dem Test herausgestellt hat. Bereits nach einer Einwirkungsdauer des Metaldehyds von nur 10 Min. wurde bei *L. maximus* von III ein Gewichtsverlust bis zu 46 % ermittelt, aber bei I nur bis zu 27 % und bei II bis zu 23 % (rel. F.: 85—90 %); nach 30 Min. waren die entsprechenden Zahlen 53 %, 43 % und wieder 23 %.

Analoge Versuche mit Ackerschnecken *(Deroceras reticulatum* Müll.) brachten das in Tab. 5 dargestellte Ergebnis. Die drei Ernährungsgruppen für die Aufzucht dieser Tiere bestanden aus Kopfsalat (I), Kartoffeln (II) und einer gemischten Kost aus Salat, Kartoffeln und Hefe (III). Die Fütterung begann zwei Tage nach dem Schlüpfen aus dem Ei und wurde zweieinhalb Monate durchgeführt. Leider blieben von den insgesamt vorgesehenen 80 Tieren nur 5 in jeder Gruppe für den Test selbst übrig. Das Ergebnis weist aber die gleiche Tendenz auf wie die in Tab. 3 und 4 statistisch gesicherten Befunde. Daher kann auch bei Tab. 5 als Gesamtergebnis mit guter Wahrscheinlichkeit festgestellt werden, daß die Schnecken der Gruppe III empfindlicher gegen Metaldehyd sind als diejenigen von I und II. Der Test erfolgte an einem Metaldehyd-Handelspräparat (19 °—20 ° C, 85 %—90 % rel. F.).

Tabelle 5. *Deroceras reticulatum* Müll.: Einfluß der Ernährung auf die Empfindlichkeit gegen Metaldehyd.

Gruppe	Befund nach 24 Stunden			9 Tagen		
	0	⌀	+	0	⌀	+
I	3	2	0	1	2	2
II	3	2	0	1	1	3
III	5	0	0	0	0	5

Bezeichnung:
0 = gesunde; ⌀ = geschädigte; + = tote Schnecken

Die Körperlänge der Ackerschnecken von Gruppe III betrug etwa 2,5 cm (kriechend) und war etwas größer als diejenige von I und II.

Diese Untersuchungen zeigen also, daß die Art der Nahrung von Einfluß auf die Empfindlichkeit der Schnekken gegen Metaldehyd ist. Ein Widerspruch scheint darin zu bestehen, daß gerade die Schnecken, die eine gemischte, eiweiß- und kohlehydratreiche Ernährung erhalten, weniger widerstandsfähig sind als die Tiere mit einseitiger Kost. Daß tatsächlich die Schnecken der Gruppe III besser ernährt waren, zeigte sich in Körpergröße und Gewicht, die wesentlich höhere Werte als in den beiden anderen Gruppen ergaben; I und II wiesen dagegen auch im Hinblick auf das Gewicht keinen Unterschied auf. So betrug am Ende der Fütterungsperiode das Körpergewicht bei den gewogenen *L. maximus* im Mittel für Gruppe I (16 Tiere) 5,38 g und II (6 Tiere) 4,97 g, dagegen für Gruppe III (17 Tiere) 9,28 g; bei *L. flavus* im Mittel für I (21 Tiere) 1,80 g, II (30 Tiere) 1,46 g und III (29 Tiere) 5,41 g.

Die stärkere Giftempfindlichkeit von Gruppe III könnte von der Körpergröße abhängig sein, insofern als die schwereren Schnecken beim Überkriechen der begifteten Fläche mit ihrer größeren Fußsohle auch eine größere Metaldehydmenge aufnehmen können, woraus sich die stärkere Schädigung dieser Schnecken im Vergleich mit denen der Gruppe I und II ergäbe. So war die Sohlenfläche bei Gruppe III mehr als doppelt so groß wie bei den Schnecken von I und II; sie betrug im Mittel von je 10 Tieren 700 mm^2 bzw. 280 mm^2. Falls diese Annahme zutrifft, müßten Jungtiere von III die gleiche Empfindlichkeit wie die Altschnecken von I und II aufweisen, wenn sie dieselbe Größe erlangt haben. Um das zu prüfen, wurden bei gemischter Kost aufgezogene *L. flavus* getestet, als sie etwa das gleiche Körpergewicht (d. h. die gleiche Sohlenfläche) wie die in Tab. 3 aufgeführten Gruppen I und II erlangt hatten, was nach rund 3 Monaten der Fall war. Die Jungschnecken besaßen jetzt ein Gewicht im Mittel von 1,5 g (50 Tiere). Der Test erfolgte mit 0,1 %-, 0,02 %- und 0,01 %iger Metaldehydkonzentration bei 22° C und 85—90 % rel. F. Entsprechend der Erwartung haben sich nun diese Jungschnecken von Gruppe III als ebenso widerstandsfähig gegen Metaldehyd erwiesen wie die gleich großen, aber erwachsenen Tiere der Ernährungsgruppen I und II (Tab. 6). Die Schleimabgabe war bei den Jungschnecken in allen Fällen nicht wesentlich erhöht.

Beim Überkriechen einer behandelten Bodenfläche ist die Empfindlichkeit einer Schnecke gegen Metaldehyd also weitgehend von der Sohlengröße des Schneckenfußes abhängig.

Die vorliegenden Untersuchungen geben einen interessanten Einblick in die Beziehung zwischen Körpergröße (-gewicht), Ernährung, Alter und Metaldehydempfindlichkeit. Wie das Beispiel von *L. flavus* zeigt, lassen sich folgende Beziehungen aufstellen.

A	Körpergröße:	unterschiedlich	(Gewicht etwa 1,5 g bzw. über 5,0 g)
	Ernährung:	unterschiedlich	(Gruppen I; II; III)
	Alter:	gleich	(9 Monate)
B	Körpergröße:	unterschiedlich	(Gewicht etwa 1,5 g bzw. über 5,0 g)
	Ernährung:	gleich	(Gruppe III)
	Alter:	unterschiedlich	(3 bzw. 9 Monate)
C	Körpergröße:	gleich	(Gewicht etwa 1,5 g)
	Ernährung:	unterschiedlich	(Gruppen I; II; III)
	Alter:	unterschiedlich	(3 bzw. 9 Monate).

Die Ergebnisse führen zu nachstehenden Schlußfolgerungen:

A: Bei gleichem Alter wird die Empfindlichkeit durch die Ernährung beeinflußt, von welcher wiederum die Körpergröße abhängig ist. Schnecken bei gemischer Kost (kohlehydrat- und eiweißreich) benötigen eine längere Zeit zur Erholung als bei einseitiger Kost (z. B. Kartoffel oder Kasein). Die besser ernährten, größeren Schnecken (III) sind empfindlicher als die kleineren (I, II), einseitig ernährten.

B: Bei gleicher Ernährung sind die jüngeren und kleineren Schnecken weniger empfindlich als die älteren und größeren.

C: Bei gleicher Körpergröße sind die jüngeren, besser ernährten Schnecken ebenso empfindlich wie die älteren, einseitig ernährten. Die Ernährung hat in diesem Falle keine Bedeutung.

Diese Ergebnisse können zur Klärung einiger in der Literatur vorhandener Widersprüche über eine unterschiedliche Wirkung des Metaldehyds beitragen. Sie deuten aber auch die Schwierigkeiten an, mit welchen die Schneckenbekämpfung zu rechnen hat. So spricht Böhm (1957) von einem Versagen des Metaldehyds bei jungen und kleinen Schnecken, während dagegen andere Autoren (Münchberg 1950, zit. bei Böhm, Frömming) Jungschnecken für empfindlicher als ältere halten.

Diese Untersuchungen zeigen, wie sehr die Bekämpfungsmethoden dem Verhalten der schädlichen Schnekken angepaßt werden müssen, um Erfolge zu erzielen. Auch Bruel und Moens (1958b) haben darauf hingewiesen.

Tabelle 6. *Limax flavus* L.: Empfindlichkeit von Jungschnecken der Ernährungsgruppe III und Altschnecken gleicher Größe der Gruppen I und II gegen Metaldehyd.

Metaldehyd-konzentration %	Einwirkungs-dauer (Minuten)	$\bar{x}$ jung	$\bar{x}$ alt	Unterschied zwischen jung und alt	P
0,1	10	3,6	4,4	kein	> 0,05
0,02	10	4,1	2,4	kein	> 0,02[1])
0,01	10	3,0	3,0	kein	> 0,05
0,01	30	5,8	4,6	kein	> 0,05

[1]) Berechnet nach Waerden und Nievergelt (1956)

Zusammenfassung

Die vorliegenden Untersuchungen haben gezeigt, daß bei Anwendung der Metaldehydköder Mißerfolge durch das Verhalten der Schnecken bedingt sein können, was bei der Planung von Bekämpfungsmaßnahmen in Rechnung gestellt werden muß.

In Untersuchungen über die Wirksamkeit des Köderverfahrens wurde der Einfluß des Metaldehyds auf die Orientierung von Nacktschnecken (*Limax*-Arten) beobachtet. Hohe Konzentrationen werden von den Schnekken gemieden, dagegen sehr niedrige, von etwa 0,0001 %, aufgesucht. Da aber nur hohe Dosierungen eine ausreichende toxische Wirkung besitzen, können

gute Fangergebnisse nur dann erzielt werden, wenn attraktive Stoffe beigemischt sind, die eine wenn auch nur auf wenige Schneckenarten begrenzte Köderwirkung ausüben. Aus diesem Grunde bringt das Köderverfahren mittels Häufchen geringere Fänge und weist schlechtere Erfolgsaussichten als das Streuverfahren, Stäuben und Spritzen auf.

Die Aktivität der Schnecken ist von dem Wassergehalt ihres Körpers und dieser von den Feuchtigkeitsverhältnissen (Luft, Erdboden) in ihrem Lebensraum abhängig. Die durch Metaldehyd bewirkte übermäßige Schleimabsonderung muß als erste Ursache für die Bewegungslosigkeit der an dem Köder und in dessen Nähe aufgefundenen Schnecken angesehen werden. Die Größe der Aktivitätshemmung entspricht der Stärke der Schleimabgabe, die einen Verlust an Wasser — äquivalent einer Minderung des Körpergewichts — bis über 50 % bewirken kann.

Wiederholte Aufnahme geringer Metaldehydmengen beeinträchtigt die Fangwirkung der Schneckenköder. *Limax maximus*, die fünf Wochen lang mit einem Metaldehyd-Kleie-Gemisch in subletaler Wirkstoffkonzentration (0,0001 %) gefüttert wurden, reagierten zwar nicht mehr auf die Reizwirkung des Köders; sie waren aber, wenn sie zufällig an diesen gelangten, wesentlich empfindlicher als normale Schnecken. Eine Schädigung der Reaktionsbereitschaft der Schnecken ist daher anzunehmen.

Auch der Ort, an welchem der Köder liegt, ist für das Fangergebnis von Bedeutung. Die Schnecken bevorzugten bei der Nahrungssuche Wege, auf denen ein seitlicher Kontakt mit Wänden (Schalenrand) möglich war. Bei Wahlversuchen zwischen Ködern verschiedener Lage zum Schalenrand wurden die auf freier Fläche befindlichen Köder von den Schnecken gemieden. Freilandversuche werden zeigen, ob der Bekämpfungserfolg durch Auslegen der Köder an Mauerrändern, Wänden, Zäunen, Beeteinfassungen u. ä. verbessert werden kann.

Ferner wird die Empfindlichkeit der Schnecken gegen Metaldehyd noch durch die Ernährung beeinflußt, wie Untersuchungen an *Limax maximus* L. und *L. flavus* L. ergeben haben. So waren die Schnecken nach Aufzucht mit gemischter, kohlehydrat- und eiweißreicher Nahrung empfindlicher als die einseitig ernährten, die entweder nur Stärke (Kartoffel) oder nur Eiweiß (frisches Schabefleisch oder Kasein) erhalten hatten. Auch Schleimabsonderung und die Zeit bis zur Erholung (Beginn der Futteraufnahme!) waren bei gemischter Kost größer als bei einseitiger Nahrung.

Zwischen Ernährung, Alter, Körpergröße (-gewicht) und Metaldehydempfindlichkeit können folgende Beziehungen aufgestellt werden, wie das Beispiel von *Limax flavus* L. gezeigt hat:

1. Bei gleichem Alter sind die mit gemischter Nahrung aufgezogenen Schnecken empfindlicher als die einseitig ernährten, kleineren.

2. Bei gleicher Ernährung sind die jüngeren, kleineren Schnecken weniger empfindlich als die älteren, größeren.

3. Bei gleicher Körpergröße sind die jüngeren, besser ernährten Schnecken ebenso empfindlich wie die älteren, einseitig ernährten.

Summary

Besides the climate the behaviour of slugs may cause a failure of the pest control. The behaviour of *L. maximus* L. and *L. flavus* L. (Fam. *Limacidae)* was studied with regard to metaldehyde. High concentrations proved as repellents, and the lower ones (about 0,0001 %) were attractive. The activity of slugs depends on the water relation in their body. Because metaldehyde will produce an extraordinary secretion of mucus containing about 98 % water, the loss of water has such a degree that the activity is reduced and the slugs cannot creep further and are remaining motionless near the bait. The effectiveness of metaldehyde is influenced by habituation. So metaldehyde-bran-baits have a certain attraction to *Limax maximus* L., but it is reduced, when the slugs are fed about five weeks with bran containing 0,0001 % metaldehyde as a sublethal dose. About that these limaces are also much more sensitive than normal slugs when coming in contact with metaldehyde. The sensibility is also influenced by nutrition. Slugs for rearing with carbohydrates, proteins and yeast in the food proved to be more sensitive than those which are getting a specialized diet, as only starch (potato) or only protein (fresh scraped meat or casein). The following relation between nutrition, age, weight of body and sensibility to metaldehyde are known, as obtained from experiments with *Limax flavus* L. At the same age, the big and better fed slugs are more sensitive than the smaller ones from a specialized diet. At the same weight of body, the younger and better fed slugs are just as sensitive as the older ones from a specialized diet. With the same food the younger and smaller slugs are less sensitive than the old big ones. The location of the baits is of importance for the effectiveness of control. Experiments in which the baits (potato, pure wheat-bran or bran with 6 % metaldehyde) are to be placed at the border or at the center of great dishes, gave better results in the former instance.

Literatur

Arey, L. B., and Crozier, W. J. (1918): The "homing habits" of the pulmonate mollusk *Onchidium*. Proc. Nat. Acad. Sci. **4**, 319—321.

Barnes, H. F., and Weil, J. W. (1942): Baiting slugs using metaldehyde mixed with various substances. Ann. appl. Biol. **29**, 56—68.

—, — (1944/45): Slugs in gardens: their numbers, activities and distribution. Part 1 u. 2. J. animal Ecol. **13**. 1944, 140—175; **14**. 1945, 71—105.

Böhm, O. (1957): Über Schnecken und Schneckenbekämpfung. Pflanzenschutzberichte **19**, 111—129.

Bruel, W. E. van den, et Moens, R. (1958 a): Nouvelles observations sur les propriétés des hélicides. Bull. Inst. agron. Stat. Rech. Gembloux **26**, 281—304.

—, — (1958 b): Remarques sur les facteurs écologiques influençant l'efficacité de la lutte contre les limaces. Parasitica **14**, 135—147.

Calhoun, J. B. (1944): Twenty-four hour periodicities in the animal kingdom. I. The invertebrates. J. Tennessee Acad. Sci. **19**, 179—200, 252—262.

Carrick, R. (1942): The grey field slug *Agriolimax agrestis* L. and its environments. Ann. appl. Biol. **29**, 43—55.

Dainton, B. H. (1954): The activity of slugs. I. The induction of activity by changing temperatures. J. exp. Biol. **31**, 165—187

Fischel, W. (1931): Dressurversuche an Schnecken. Zeitschr. vergl. Physiol. **15**, 50—70.

Fischer, P.-H. (1950): Vie et moeurs des mollusques. Paris.

Frömming, E. (1955): Der heutige Stand der Landschnecken-Bekämpfung mit chemischen Mitteln. Gesunde Pflanzen **7**, 261—266.

— (1957): Bericht über neue Versuche mit einem Metaldehydköder. Anz. Schädlingskde. **30**, 43—44.

Garth, Th., and Mitchell, M. P. (1926): The learning curve of a land snail. J. comp. Psychol. **6**, 103—113.

Godan, D. (1958): Über die Massenzucht von Nacktschnekken nebst einigen Bemerkungen zur Biologie. Zeitschr. angew. Zool. **45**, 497—504.

— (1959): Untersuchungen über den Einfluß organischer Phosphorpräparate auf das Verhalten von Insekten. Zeitschr. Pflanzenkrankh. **66**, 338—353.

— (1960): Schneckenschäden und ihre Abwehr. Gesunde Pflanzen 12, 151—161.

Humphrey, G. (1930): Le Chatelier's Rule and the problem of habituation and dehabituation in *Helix albolabris*. Psychol. Forsch. 13, 113—127.

Kittel, R. (1956): Untersuchungen über den Geruchs- und Geschmackssinn bei den Gattungen *Arion* und *Limax (Mollusca: Pulmonata)*. Zool. Anz. 157, 185—195.

Lange, W. H., and Sciaroni, R. H. (1952): Metaldehyde dusts for control of slugs affecting Brussels sprouts in Central California. J. econ. Ent. 45, 896—897.

Mayer, K. (1957): Die Schneckenbekämpfung mit Metaldehydpräparaten. Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzd. (Braunschweig) 9, 36—41.

Plate, H.-P., und Frömming, E. (1952): Quantitative Untersuchungen über die Wirksamkeit einiger Metaldehydpräparate gegenüber Landlungenschnecken. Anz. Schädlingskde. 25, 133—136.

Speyer, W. (1954): Versuche mit Metaldehyd zur Nacktschneckenbekämpfung. Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzd. (Braunschweig) 6, 134—137.

Thomas, D. C. (1948): The use of metaldehyde against slugs. Ann. appl. Biol. 35, 207—227.

Thompson, E. L. (1917): An analysis of the learning process in the snail, *Physa gyrina* Say. Behav. Monogr. 3, 1—89.

Waerden, B. L. van der, und Nievergelt, E. (1956): Tafeln zum Vergleich zweier Stichproben mittels X-Test und Zeichentest. Tables for comparing two samples by X-test and sign test. Berlin.

Wells, G. P. (1944): The water relations of snails and slugs. III. Factors determining activity in *Helix pomatia* L. J. exp. Biol. 20, 79—87.

White, A. R. (1959): Observations on slug activity in a Northumberland garden. Plant Pathol. 8, 62—69.

Eingegangen am 27. Februar 1961.

DK 632.936.22

Köderstoffe und ihre Anwendung im Pflanzenschutz

Von Karl Mayer, Biologische Bundesanstalt, Institut für Zoologie, Berlin-Dahlem

Die Entdeckung neuer Insektenlockstoffe hat im praktischen Pflanzenschutz viel Beachtung gefunden. Glaubt man doch, mit ihrer Hilfe vielen die Anwendung von Insektiziden erschwerenden Nebenerscheinungen, wie Termingebundenheit, Rückstandsproblem, Biozönoseschädigung und Resistenzerscheinungen, ausweichen zu können, und erwartet dabei eine Erleichterung oder Verbesserung der Bekämpfungsmaßnahmen. Die Anwendung von Ködern ist schon sehr lange bekannt. In früheren Zeiten wurde überwiegend das Köderprinzip zum Schutz der Kulturen gegen Schädlinge mit wechseldem Erfolg angewendet. Hierbei werden die Schädlinge durch Attraktivstoffe in Fallen gelockt, aus denen sie nicht entweichen können, um in Fang- oder Insektizidlösungen unschädlich gemacht zu werden. Die Bezeichnung Köder- oder Attraktivstoffe besagt, daß die Präparate in größerer oder geringerer Entfernung wahrgenommen werden und eine auf sie gerichtete Orientierung auslösen. Um dies zu bewirken, müssen die Stoffe daher in die Reaktionsmechanismen der tierischen Funktionen eingreifen, m. a. W. eine „Bedeutung" für das Tier besitzen. So wirken bestimmte Verbindungen nur bei der Nahrungssuche, andere bei der Eiablage oder im Kopulationsverhalten u. dgl.; auch kann ein Duftstoff in mehreren Funktionskreisen Orientierungswert besitzen.

Doch lassen sich keine Beziehungen zur chemischen Struktur aufstellen. Eine Gliederung nach ihrer funktionellen Bedeutung allein ist z. Z. noch nicht möglich, da diese bei vielen Stoffen noch nicht geklärt ist. Da die bisher verwendeten Bezeichnungen Lock- (Attractants) und Schreckstoffe (Repellents) die Köderwirkung nur unzureichend charakterisieren, haben Dethier, Browne und Smith (1960) eine Terminologie geschaffen, die, soweit gegenwärtig möglich ist, nicht nur die Richtung, sondern auch die Art der ausgelösten Verhaltensreaktionen berücksichtigt. Ihr Einfluß auf Ortsbewegung, Fraß, Paarung und Eiablage wird durch folgende Begriffe charakterisiert, wobei die Förderung als Arrestant, Stimulant und Attractant, die Verhinderung einer Verhaltensreaktion als Repellent und Deterrent bezeichnet werden. Natürlich können zunächst noch nicht alle Reaktionen berücksichtigt werden, die durch Änderung der Konzentration, ökologische Faktoren und besondere ethologische Verhältnisse, auf die weiter unter eingegangen wird, bedingt sind. Mit dem Fortschritt der ethologischen Forschung im Pflanzenschutz läßt die spezifische Funktionskreisanalyse eine Lösung des Lockstoffproblems erwarten.

Der chemische Reiz ist oft in seiner Wirkungsdauer begrenzt und erlischt, sobald die von ihm angeregte Funktion (z. B. Nahrungssuche mit der Nahrungsaufnahme und dergleichen) abgelaufen ist oder andere Reize die Reaktionsbereitschaft auf den Köderstoff auslöschen. Da aber hier nicht alle Tiere eines Biotyps unter den gleichen Lebensbedingungen heranwachsen, ist die gleichzeitige Reaktion aller Individuen einer Population nie zu erwarten. Außerdem ist der chemische Reiz allein nicht immer entscheidend. Er bildet zusammen mit anderen Reizqualitäten, wie Farbe, Form, Licht, Temperatur und dergleichen, ein Reizfeld, dessen Struktur die Handlungsweise des Tieres bestimmt. Änderungen der Intensität oder Art der Reizqualitäten, wie sie z. B. schon allein durch das Wachstum der Wirtspflanze bedingt sind, haben ein unterschiedliches Verhalten zur Folge, das sich in der Größe der Fallenfänge mehr oder weniger stark auswirken kann. Durch Kombination mehrerer Reizqualitäten (Duft mit Farbe, Form, Licht und dergleichen) läßt sich die Fängigkeit der Fallen in gewissen Grenzen stabilisieren. Die Architektur des Fallenkörpers kann daher einen ebenso wichtigen Bestandteil der Falle darstellen, wie der Duftstoff selbst. Die zu wählende Reizkombination richtet sich nach den Lebensgewohnheiten des Schädlings. Auch die Wahl eines geeigneten Standortes trägt zur Erhöhung der optimalen Reizstruktur des Fallenfeldes bei, das sich in der Vertikalen durch die Art des Bodenwuchses und in der Horizontalen hauptsächlich durch klimatische Faktoren verändert. Die Kenntnis des Verhaltens der Schädlinge ist daher Voraussetzung für einen wirkungsvollen Einsatz des Köderverfahrens, wie an einigen Beispielen gezeigt werden kann.

Lepidoptera

Zur Ermittlung der Verbreitung des aus Europa eingeschleppten Schwammspinners hatten sich in den USA die von Weibchen erzeugten Sexuallockstoffe gut

bewährt (Nolte 1942). Als Köder dienten zunächst unbegattete Weibchen, später Extrakte ihrer Hinterleibssegmente. Diese Methodik zeigte sich auch bei den einheimischen Schädlingen Nonne (Hanno 1939) sowie den beiden Traubenwicklern (Götz 1939) von guter Wirkung und wurde auf ihre Eignung für die praktische Bekämpfung eingehend untersucht.

Die unterschiedlichen Fangergebnisse führten dann zu einer eingehenden Analyse der Orientierungsreaktionen im Kopulationsverhalten der einzelnen Arten. Dabei stellte sich heraus, daß der Geruchssinn bei der Fernorientierung nur Auslöser oder Förderer anderer nichtgeruchlicher Orientierungsmechanismen ist (Schwinck 1954). Außerdem wirken aber auch klimatische und andere Reize wie Temperatur, Licht und dergleichen ein, so daß bei *Clysia ambiguella* eine Reaktion auf Sexualgerüche nur zwischen 0 und 10.00, bei *Polychrosis botrana* zwischen 20.00 und 23.00, bei *Sparganotis pilleriana* dagegen zwischen 21.00 und 8.00 Uhr erfolgt (Götz 1941, 1950). Da auch andere Köderstoffe zur Anlockung der Traubenwickler benutzt wurden, sei noch erwähnt, daß eine Reaktion auf Nahrungsköder bei *C. ambiguella* nur in der Nacht zu beobachten ist. Amerikanische Untersuchungen, die zur Verbesserung der Praxis des Fallenfanges durchgeführt wurden, haben aber gezeigt, daß außerdem Farb- und Formreize der Falle sowie die Konzentration der Duftstoffe einwirken und unterschiedliche Fangergebnisse zur Folge haben (Burgess 1950).

Eine durch ökologische Faktoren bedingte Veränderung der Reaktionsnorm, wie sie bereits von Suomalainen u. a. (1942) vermutet wurde, konnte beim Schwammspinner beobachtet werden. Duftdrüsenextrakte von Weibchen aus mehreren geographischen Gebieten zeigten Unterschiede in der Lockwirkung, die eine Beziehung zum Herkunftsland und Jahr, in dem sich die Weibchen entwickelt hatten, erkennen lassen (Acree, Beroza, Holbrook and Haller 1959). Da die Extrakte vorher stabilisiert wurden und zum Teil mehrere Jahre gelagert hatten, lassen sich diese Ergebnisse noch nicht verallgemeinern. Aber die Synthese der Sexuallockstoffe läßt bald eine experimentelle Lösung dieses Problems erwarten. Nachdem als attraktives Agens bei *Bombyx mori* ein Hexadecadien-(10,12)-ol (Hecker 1959) festgestellt wurde, ist es endlich gelungen, die d l-Form des Lockstoffes von *Porthetria dispar*, der als 10-Acetoxy-1-hydroxy-cis-7-hexadecen analysiert wurde, auch synthetisch darzustellen (Jacobson, Beroza and Jones 1960).

Gerade synthetische Präparate bieten eine ideale Möglichkeit, das Sexualverhalten eingehend zu untersuchen, zumal die stimulierende Wirkung dieser als Pheromene bezeichneten Stoffe nicht immer artspezifisch ist. Sie bleibt entweder auf Vertreter einer Gattung beschränkt oder kann sich auf Arten verschiedener Gattungen erstrecken, wie Untersuchungen bei Arctiiden, Lymantriiden, Pyraliden, Spingiden und Tortriciden gezeigt haben (Suomalainen und Suomalainen 1942, Görnitz 1949, Schwinck 1953, 1955).

Über den Wert des Einsatzes von Sexuallockstoffen in der praktischen Bekämpfung kommt Hanno (1939) auf Grund eigener Untersuchungen mit der Nonne zu folgendem Urteil: „Bedenkt man dazu, daß nicht nur das Weibchen im Käfig lockt, sondern auch die gleichzeitig mit dem Männchen im Bestand geschlüpften Falter, so ist auch bei noch so gutem Fangergebnis und dadurch prozentual niedriger Männchenzahl kaum anzunehmen, daß sehr viele Weibchen unbefruchtet bleiben. Da es aber niemals gelingen wird, die Mehrzahl der Männchen an die Fanganlagen zu locken, bevor sie nicht bereits ein oder mehrere Weibchen befurchtet haben, scheidet m. E. diese Methode als Bekämpfungsmaßnahme aus." Die Erwartung, daß bei Verwendung dieser Stoffe nur noch unbefruchtete Eier abgelegt werden können, aus denen sich keine Raupen entwickeln (Hecker 1959), dürfte wohl gegenwärtig zu hoch gespannt sein, da bei vielen Arten das Paarungsverhalten noch unbekannt ist. Zur Bestimmung des zeitlichen Auftretens, der relativen Populationsdichte und der Verbreitung von Schädlingen aber wird man sich ihrer in Zukunft bedienen.

Lockstoffe wie Apfelsaft, Zucker und Hefe, die vermutlich im Funktionskreis Nahrung und Eiablage von Bedeutung sind, wurden früher bei der Apfelwicklerbekämpfung eingesetzt (Unterstenhöfer 1957). Doch waren die Köderfänge nicht immer befriedigend, während mit Lichtfallen wesentlich höhere Fangergebnisse erzielt wurden. Ein Vergleich des physiologischen Alters der in beiden Fallentypen gefangenen Weibchen zeigt, daß der Anteil junger Weibchen in Lichtfallen 57 %, in Köderfallen dagegen nur 16 % beträgt (Geier 1960). Den Rest bilden Tiere mittleren und höheren Alters, die in den Duftfallen überwiegen (Licht 37 % und 6 %; Köder 44 % und 40 %). Der Einsatz von Ködern zur Bekämpfung ist daher nur von geringem Wert. Werden die Falter doch erst zu einem Zeitpunkt angelockt, an dem die zuerst abgelegten Eier bereits geschlüpft sind.

Coleoptera

Nachdem Görnitz (1953) eine Attraktivwirkung von Cruciferenprodukten (Rapsschrot usw.) auf Erdflöhe u. a. beobachtet hatte, konnten 1957 Senföle als Orientierungsreize nachgewiesen werden (Görnitz 1957, Mayer 1957). Mit ihrer Hilfe konnten der zeitliche Verlauf und die Intensität des Fluges der *Phyllotreta*-Arten bestimmt werden (Görnitz 1956). Bei eigenen Versuchen wurden die Käfer in Petrischalen mit Äthylenglykol gefangen, in denen als Duftquelle Röhrchen mit Allyl- oder Benzylsenföl aufgestellt waren. Zum Schutz gegen Regen waren über den Schalen in 5 cm Höhe Glastrichter auf Holzfüßen angebracht. Die größten Fangergebnisse wurden erzielt, wenn die Schalen direkt auf dem Boden standen; in 1 m Höhe werden nur wenig Käfer gefangen. Durch Aufstellen von Fallen in Nähe der Winterquartiere (Arboretum) und auf dem Versuchsfeld konnte die Abwanderung von *Phyllotreta atra* in mehreren Jahren bestimmt werden. Sie begann 1958 am 14. April und erreichte ihr Maximum am 5. Mai, an dem die ersten Tiere im Feldbestand festgestellt wurden. Die Abwanderung war am 19. Mai abgeschlossen.

Weitere Untersuchungen haben gezeigt (Görnitz 1956), daß die Fangwirkung auf *Phyllotreta*-Arten durch Farbreize verbessert werden kann, sofern die Fallen außerhalb der Kulturpflanzenbestände aufgestellt werden. In unseren seit 1953 durchgeführten Arbeiten konnten ähnliche Feststellungen getroffen werden, doch weichen die beobachteten Farbpräferenzen in der Reihenfolge blau, gelb, grün von den oben genannten Ergebnissen ab. Im Pflanzenbestand dagegen sind Farbreize ohne Bedeutung oder beeinträchtigen sogar das Fangergebnis, wie auch in einfachen Gelbschalenfängen bei Rapsschädlingen festgestellt wurde (Schreier und Kaltenbach 1956). Sobald die Pflanze ein für den Reifungsfraß oder die Eiablage günstiges Stadium erreicht hatte, wurden trotz großer Individuenzahl nur wenige Schädlinge gefangen. Erst eine Verhaltensanalyse der einzelnen Arten wird eine qualitative Bestimmung der einwirkenden Orientierungsreize ermöglichen.

Auch dieser Fallentyp ist nicht als Bekämpfungsmethode geeignet, sondern dient zur Bestimmung der

Abwanderungstermine und des Flugverlaufs der *Phyllotreta*-Arten. Für die praktische Anwendung ist wegen ihrer einfachen Handhabung die Lockröhrenfalle (Görnitz 1956) vorzuziehen, bei der Fangschalen und Schutzhauben in gelber Farbe die Fängigkeit erhöhen.

In den beiden vergangenen Jahren wurden wiederholt Japankäfer *(Popillia japonica)* in Flugzeugen angetroffen. Um eine Abwanderung aus den gelandeten Maschinen sofort zu bemerken, wurden auf den Flugplätzen der Bundesrepublik *Popillia*-Fallen aufgestellt, wie sie sich in den USA bei der Überwachung des Verbreitungsgebietes bewährt haben. Als Lockstoffe kamen zunächst Gemische von Geraniol und Eugenol oder Anethol zur Anwendung, deren Köderwirkung aber noch durch Phenyläthylacetat verbessert werden konnte (Langford and Gilbert 1949). Da auch Farbreize dem Käfer als Landemarken dienen (Fleming, Burgess and Maines 1940), sind die Fallen mit einem gelben Oberteil versehen. Die Fangergebnisse sind außerdem von der Konstruktion des Fallenkörpers (Trichterwinkel, Bodenöffnung u. dgl.) und der Höhe abhängig, in der sich das Gerät über dem Boden befindet (Langford, Cory and Whittington 1940).

Da das Reizfeld der Falle in unmittelbarer Nähe von Pflanzenbeständen an Wirkung einbüßt, ist stets ein gewisser Abstand von etwa 4 m einzuhalten. Dennoch ist die Zahl der gefangenen Käfer in der Nähe von bevorzugten Wirtspflanzen, wie z. B. Rosen, viel größer, als wenn die Fallen sich in einer Entfernung von 30 m befinden (Whittington, Cory and Langford 1942). Gärten, Parks oder Friedhöfe in sonniger Lage sind besonders geeignete Standorte für die Fallen, wobei stets ein Abstand von 180 m bei Gewächshäusern oder Gartenbaubetrieben einzuhalten ist.

Da in günstigen Fällen nur 40% der schlüpfenden Käfer gefangen werden, kann die Köderwirkung keinen absoluten Schutz gegen Befall bieten (Langford, Crosthwait and Whittington 1940). Doch hat sich der Einsatz von mehreren tausend Fallen in den Randgebieten des amerikanischen Befallszentrums zur Überwachung bewährt, da jedes weitere Vordringen des Japankäfers sofort festgestellt werden konnte (Hadley and Fleming 1952).

Diptera

Die Bestimmung der Populationsinfluktuationen der Fritfliege erfolgte einige Jahre durch ein Fangverfahren unter Verwendung von Blauschalen, in denen die Fliegen durch Wasser mit sehr niedriger Oberflächenspannung gefangen wurden (Mayer 1960). Bei einigen Gräsern waren die Kescherfänge verhältnismäßig größer, als die Fangergebnisse mit Farbschalen erwarten ließen. In Versuchen auf dem Dahlemer Versuchsfeld, bei denen blaue Holzstäbe als Attrappen dienten, wurden allein durch Farb- und Formreize Fritfliegen angelockt, deren Zahl sich aber sofort auf alle Parzellen verteilte, als die ersten Keimlinge den Boden durchbrachen. Diese Ergebnisse zeigten, daß auch Duftreize dem Schädling zur Orientierung dienten. In Olfaktometerversuchen hatten bereits Zambin und Karpova (1940) eine Präferenz der Fritfliege für Korianderöl nachgewiesen. Auch wurden mit Phenylacetaldehyd, die zum Fang von *Chlorops taeniopus* dienten, wiederholt Fritfliegen gefangen (Horber 1950). Daher wurden beide Stoffe in Röhrchen mit Blau- und Gelbschalen verbunden und ihre Wirkung auf Fritfliegen 1960 im Feldbestand geprüft. Dabei wurden die an Stativen angebrachten Fallen täglich kontrolliert und auf die Höhe der Hafertriebspitzen eingestellt, damit die optimale Fangwirkung dieses Fallentyps erhalten blieb. Im Vergleich mit Farbschalen waren die Fänge mit Phenylacetaldehyd nur gering. In den Schalen mit Korianderöl dagegen war die Zahl der gefangenen Fliegen zunächst viel höher als bei den Farbschalen ohne Duftreize. Erst mit dem Auftreten der Blüte fiel die Köderwirkung ab und blieb dann weit hinter den Fangergebnissen der Blauschalen zurück. Vermutlich wurde durch einen besonderen „Blütenduft“ ein Kontrast zum Korianderöl geschaffen, der einen geringeren Anflug der Duftschalen zur Folge hatte, während der „Blütenduft“ die Fangwirkung der Farbschalen erhöhte. Eine gewisse Bestätigung erhielt diese Annahme durch die Ergebnisse mit beginnender Reife des Hafers. Die Fangwirkung der Korianderschalen stieg wieder an, und die Zahl der Fritfliegen übertraf nach der Mehlreife die Menge der in den Farbschalen gefangenen Tiere. Doch waren die Unterschiede nicht so groß wie zu Beginn der Fangperiode. Obwohl die Untersuchungen noch nicht abgeschlossen sind, wurde dieses Beispiel gebracht, um das Versagen von Fallen zu erklären, deren Köderwirkung durch Wachstumsprozesse der Pflanzen völlig verändert wird.

Um das Auftreten der immer wieder durch Obsttransporte eingeschleppten Mittelmeerfruchtfliege rechtzeitig feststellen zu können, werden in Mitteleuropa Duftstoffe benötigt, die auch unter den herrschenden Klimabedingungen hinreichende Wirkung aufweisen. Nach vielen Versuchen wurde zunächst als Lockstoff eine Kombination von Kleiehydrolysat mit Triammoniumphosphat und Angelikawurzelöl (Fa. Haarmann & Reimer) gewählt. Proteine sind nach Hanna (1947) wichtiger Bestandteil der Nahrung des Weibchens, der zur Ausbildung der Eier benötigt wird. Im Gemisch mit dem relativ beständigen Triammoniumphosphat (Martin 1953) üben sie eine starke Lockwirkung auf die Weibchen aus. Das Angelikawurzelöl[1]) hatte sich nach den Untersuchungen von Steiner und Mitarbeitern (1958) bereits in den *Ceratitis*-Befallsgebieten als Lockstoff bewährt (Hall, Green and Beroza 1957). Es wurde später durch verschiedene Ester der 6-Methyl-3-cyclohexen-l-carbonsäure (Siglure, Medlure und Trimedlure) abgelöst (Beroza 1960). Medlure und Trimedlure[1]) haben auch in unseren Laboratoriumsversuchen verhältnismäßig gute Ergebnisse gezeigt, während Siglure nicht die Wirkung des Angelikawurzelöles erreichte. Da das Angelikawurzelöl überwiegend Männchen anlockt, werden durch die Kombination mit Kleie-Ammoniumphosphat umherirrende Fliegen beider Geschlechter verschiedener Altersstufen gefangen (Mayer 1959). Die Öle wurden zunächst in kleine, mit Watte gefüllte Röhrchen im Innern des Fallenkörpers angebracht. Für die praktische Anwendung sind jedoch schmale ölgetränkte Baumwollröllchen (Tampons) besser geeignet (Simanton 1958).

In den Köderversuchen hatte sich gezeigt, daß der Anflug der Fallen durch Farbreize wesentlich gesteigert wird (Frézal 1956). Doch ließ sich keine ausgesprochene Präferenz für eine bestimmte Farbe nachweisen, sofern sie nur einen genügenden Kontrast zur Umgebung bildet. Daher wurden gelbe Farbmarken gewählt (Mayer 1959, 1960). Bei eingehenden Untersuchungen der Verhaltensreaktionen von *Ceratitis* konnte mein Mitarbeiter Sanders (1961) nachweisen, daß sich die Weibchen bei der Eiablage überwiegend nach optischen Reizen orientieren, die im Wahlverhalten durch die Form bestimmt werden. Da die Kugel am stärksten angeflogen wird, wurde als Falle ein Glas dieser Form gewählt.

---

[1]) Die Überlassung größerer Duftstoffmuster verdanke ich den Herren L. F. Steiner in Hawaii und St. A. Hall in Beltsville vom U.S. Dept. of Agriculture sowie der Chem. Fabrik Haarmann & Reimer in Holzminden.

Obwohl im Jahre 1960 *Ceratitis* nur vereinzelt beobachtet wurde, konnten von mehreren Pflanzenschutzämtern mit der obengenannten Duftstoffkombination in Glasgefäßen verschiedener Formen (Flaschen, Erlenmeyerkolben u. dgl.) mit farbigen Plastikschalen über der Öffnung einzelne Tiere gefangen werden. Bemerkenswert war ein Fang in einer Falle, die an einer Pappel auf dem Gelände einer Großmarkthalle aufgehängt war, obwohl im Stadt- und Landgebiet seit mehreren Jahren kein *Ceratitis*-Befall mehr festgestellt worden war. Diese Fangaktion zeigte, daß die in Westdeutschland in manchen Gebieten noch verwendeten Fanggläser nach Art der spanischen „Mosqueros" einen günstigen Fallentyp darstellen, da er den Fliegen den Zugang zum Köderstoff von der am stärksten beflogenen Unterseite ermöglicht. Eine Gelbfärbung der unteren Fallenhälfte, wie sie vom Pflanzenschutzamt Bonn vorgenommen wurde, begünstigt die Anflughäufigkeit. Im kommenden Jahre werden verschiedene Fallentypen auf ihre Fängigkeit geprüft. Gelbe Kugelfallen, deren Öffnung auf der Oberseite durch halbkugelförmige Plastikkappen abgedeckt war, haben sich nicht bewährt, da der verdunkelte Fallenraum von vielen Tieren gemieden wurde.

Bei Versuchen, die in Jugoslawien zur Bestimmung der Bekämpfungstermine durch Fanggläser mit verschiedenen Köderstoffen vorgenommen wurden, ergaben Angelikaöl und Siglure die höchsten Fangergebnisse; doch erfüllten auch Kleie, Borax und Diammonphosphat den gleichen Zweck (Kovačević 1960). Auch in Algerien erwies sich Angelikaöl als bester Köderstoff für die Fallen. Das Ergebnis mit Kleie-Ammoniumphosphat unterschied sich in der Zahl der gefangenen Fliegen nur wenig von Siglure; der Anteil gefangener Männchen aber betrug bei dem Kleieköder nur 22%, bei Siglure dagegen 99%. Die Minderung der Eiablage war aber auch bei Angelikaöl nur gering, da überwiegend Männchen geködert wurden (Frézal 1960).

Diese Ergebnisse lassen erwarten, daß bei Anwendung von Lockstoffkombinationen schon frühzeitig das Eindringen des Schädlings in unsere Obstanlage erkannt werden kann, um wirksame Bekämpfungsmaßnahmen einzuleiten. Bei frühem Auftreten einzelner Tiere, die nach eigenen Beobachtungen durchaus in der Lage sind, den Behang eines Pfirsichbaumes zu vernichten, bietet die Köderfalle auch einen gewissen Schutz, der aber bei stärkeren Populationen nicht ausreichend sein kann. In Obstanlagen mit reifen Früchten wird aber die Falle nur einen geringen Reiz ausüben, da saftreiche Früchte alle Lebensansprüche der Fliege erfüllen.

Diese Beispiele mögen genügen, um eine Vorstellung von dem Faktorenkomplex zu geben, der die Wirkung der Lockstoff-Fallen bestimmt. Der Wechsel meteorologischer Faktoren verursacht Schwankungen im Reizwert des Fallenfeldes und beeinflußt die Aktivität des Tieres. So werden auch in wärmeren Klimazonen Mißerfolge beobachtet, sobald kühle Temperaturen, hohe Luftfeuchtigkeiten oder auch Regenfälle einsetzen (Kolbe 1960, Jeppson and Carman 1960). Der Wechsel von Tag und Nacht wirkt sich in der Reaktionslage der Tiere aus und bedingt Tagesperiodizitäten im Fangergebnis, wie sie bei den Traubenwicklern bereits erwähnt, aber auch bei Drosophiliden (Michelbacher and Middlekauff 1954) und anderen phytophagen und entomophagen Insekten nachgewiesen werden konnten (Mayer 1957).

Es ist verständlich, daß sich das Verhalten je nach Art und Geschlecht des Insektes im Laufe seiner Entwicklung wandelt. Bei einer Anzahl von Arten konnten aber auch individuelle Änderungen des Reaktionstyps beobachtet werden, die durch physiologische Prozesse bedingt sind. Gerade bei polyphagen Schädlingen kann sich mit der Wirtspflanze die Präferenz für bestimmte Lockstoffe ändern. So ergaben *Drosophila*-Fallen mit Tomatenködern höhere Fangergebnisse in Tomatenplantagen als Melonenköder (Michelbacher and Middlekauff 1954). In welchem Maße sich hier auch die Biozönose auswirken kann, zeigen die Untersuchungen meiner Mitarbeiterin Godan (1961). Kohlehydratreiche Köder wurden von Maulwurfsgrillen abgelehnt, sobald ihnen tierische Eiweiße in Form von Insektenlarven zur Verfügung standen. In ihren Auswirkungen auf den Erfolg des Verfahren lassen sich diese Verhaltensänderungen durchaus mit den Resistenzerscheinungen gegen Insektizide vergleichen.

Nicht unerwähnt bleiben soll auch eine gewisse Gefährdung schädlingsfreier Gebiete, die mit dem Einsatz von Duftstoffen verbunden ist, da nicht alle geköderten Tiere gefangen werden. Um diese Zahl weitgehend einzuschränken, wird die Beachtung folgender Richtlinien empfohlen (Armitage 1959): Die Konzentration der Duftköder ist auf maximale Lockwirkung einzustellen und muß auch an der Falle erhalten bleiben. Beim Aufstellen der Fallen ist darauf zu achten, daß sich ihre Wirkungsfelder nicht überschneiden. Der Abstand von Wirtspflanzen ist im Bereich der Reizfelder der Pflanze so zu wählen, daß die Köderwirkung der Falle überwiegt. Werden diese Voraussetzungen erfüllt, so bietet die Anwendung der Köderfallen eine Reihe von Vorteilen, die sie in Prognose und Quarantäne unentbehrlich machen. Auftreten, Populationsdichte, Verbreitungsgrenzen und geeignete Termine zur Bekämpfung der Schadinsekten sind mit ihrer Hilfe in abgegrenzten Gebieten zu bestimmen. Bei geringem Schädlingsbefall sind Bekämpfungserfolge durchaus zu erwarten.

Da der Fallenfang allgemein als einfach zu handhabendes mechanisches Verfahren angesehen wird, sollten diese Ausführungen seine Problematik umreißen. Seine Anwendung baut auf der Kenntnis tierischer Verhaltensweisen auf und erfordert ein planvolles Eingehen auf die Lebensgewohnheiten des Schädlings, wenn der Erfolg gesichert sein soll.

Literaturverzeichnis

Acree jr., F., Beroza, M., Holzbrook, R. F., and Haller, H. L.: The stability of hydrogenated gypsy moth sex attractant. J. econ. Ent. **52**. 1959, 82—85.

Armitage, H. M.: Aromatic bait traps as a factor in insect spread. J. econ. Ent. **52**. 1959, 157—158.

Beroza, M.: Insect attractants are taking hold. Agric. Chemicals **15**. 1960, Nr. 7, p. 37—40.

Burgess, E. D.: Development of gypsy moth sex-attractant traps. J. econ. Ent. **43**. 1950, 325—328.

Dethier, V. G., Browne, B. L., and Smith, C. N.: The resignation of chemicals in terms of the responses they elicit from insects. J. econ. Ent. **53**. 1960, 134—136.

Fleming, W. E., Burgess, E. D., and Maines, W. W.: Relation of color to the effectiveness of Japanese beetle traps. J. econ. Ent. **33**. 1940, 320—326.

Frézal, P.: Control of the Mediterranean fruit fly. Rept. EPA/AG (1956) 6, Proj. Nr. 284. 70 pp.

Frézal, P.: Essai de lutte généralisée contre la mouche méditerranéenne *(Ceratitis capitata* Wied.) à l'aide d'appâts insecticides. Ann. Ephiphyt. **11**. 1960, 5—33 .

Geier, P. W.: Physiological age of codling month females *(Cydia pomonella* [L.]) caught in bait and light traps. Nature **185**. 1960, 709.

Godan, D.: Untersuchungen über die Wirkung von Eiweißködern auf die Maulwurfsgrille *Gryllotalpa gryllotalpa* L. Zeitschr. Pflanzenkrankh. **68**. 1961, 18—30.

Görnitz, K.: Anlockversuche mit dem weiblichen Sexualduftstoff des Schwammspinners *(Lymantria dispar)* und der Nonne *(Lymantria monacha)*. Anz. Schädlingskde. **22**. 1949, 145—149.

Görnitz, K.: Untersuchungen über in Cruciferen enthaltene Insecten-Attraktivstoffe. Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzd. (Berlin) N. F. **7**. 1953, 81—95.

Görnitz, K.: Über die Reaktionen einiger an Cruciferen lebenden Insektenarten auf attraktive Duft- und Farbreize. In: Bericht Hundertjahrfeier Deutsch. Entomol. Gesellsch. Berlin 30. 9. bis 5. 10. 1956. Berlin 1957, S. 188—198.

Görnitz, K.: Weitere Untersuchungen über Insekten-Attraktivstoffe aus Cruciferen. Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzd. (Berlin) N. F. **10**. 1956, 137—147.

Götz, B.: Untersuchungen über die Wirkung des Sexualduftstoffes bei den Traubenwicklern *Clysia ambiguella* und *Polychrosis botrana*. Zeitschr. angew. Ent. **26**. 1939, 143—164.

Götz, B.: Beiträge zur Analyse des Mottenfluges bei den Traubenwicklern *Clysia ambiguella* und *Polychrosis botrana*. Wein und Rebe **25**. 1941, 207—228.

Götz, B.: Der Einfluß von Tageszeit und Witterung auf Ausschlüpfen, Begattung und Eiablage des Springwicklers *Sparganotis pilleriana* Schiff. Zeitschr. angew. Ent. **31**. 1950, 261—274.

Hadley, C. H., and Fleming, W. E.: The Japanese beetle. In: Insects, Yearbook of Agriculture 1952. Washington, D.C.: U.S. Dept. Agric. 1952, p. 567—573.

Hall, St. A., Green, N., and Beroza, M.: Insect repellents and attractants. J. agric. Food Chem. **5**. 1957, 663—669.

Hanna, A. D.: Studies on the Mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata* Wied. II. Biology and control. Bull. Soc. Fouad I[er] Ent. **31**. 1947, 251—285.

Hanno, K.: Anlockversuche bei *Lymantria monacha* L. Zeitschr. angew. Ent. **25**. 1939, 628—641.

Hecker, E.: Sexuallockstoffe — hochwirksame Parfüms der Schmetterlinge. I. Schreck- und Lockdüfte — Die Duftorgane der Weibchen — Die Riechorgane der Männchen. II. Chemie und Biochemie der Sexuallockstoffe — Mögliche wirtschaftliche Bedeutung. Umschau **59**. 1959, 465—467, 499 bis 502.

Horber, E.: Untersuchungen über die gelbe Getreidehalmfliege und ihr Auftreten in verschiedenen Höhenlagen der Schweiz. Landw. Jahrb. Schweiz. **64**. 1950, 887—1000.

Jacobson, M., Beroza, M., and Jones, W. A.: Isolation, and synthesis of the sex attractant of gypsy moth. Science **132**. 1960, 1011—1012.

Jeppson, L. R., and Carman, G. E.: Citrus insects and mites. Ann. Rev. Ent. **5**. 1960, 353—378.

Kolbe, W.: Die Bekämpfung der Olivenfliege unter besonderer Berücksichtigung von Freilandversuchen in Kreta mit Lebaycid. Höfchen-Briefe **13**. 1960, 52—89.

Kovačević, Ž.: Die Mittelmeerfruchtfliege *Ceratitis capitata* Wied. als ökologisches Problem. Agronomski Glasnik 1960, p. 161—172.

Langford, G. S., Crosthwait, S. L., and Whittington, F. B.: The value of traps in Japanese beetle control. J. econ. Ent. **33**. 1940, 317—320.

Langford, G. S., Cory, E. N., and Whittington, F. B.: Inexpensive Japanese beetle traps. J. econ. Ent. **33**. 1940, 309—316.

Langford, G. S., and Gilbert, E.: The value of phenyl ethyl acetate as an ingredient in Japanese beetle baits. J. econ. Ent. **42**. 1949, 146—147.

Martin, H.: Contribution à l'étude de la mouche des fruits (*Ceratitis capitata* Wied.) dans la région d'Alger 1949 bis 1951. Rev. Path. végét. **32**. 1953, 209—246.

Mayer, K.: Der Einfluß ökologischer Faktoren auf das parasitäre Verhalten von Insekten. Bericht Hundertjahrfeier Deutsch. Entomol. Gesellsch. Berlin 30. 9. bis 5. 10. 1956. Berlin 1957, S. 122—134.

Mayer, K.: Verhaltensänderungen an Dipteren. Die Funktionskreisanalyse und ihre Bedeutung für die angewandte Entomologie. Zeitschr. angew. Zool. **46**. 1959, 380—382.

Mayer, K.: Der Einfluß der Entwicklung des Hafers auf die Populationsdichte der Fritfliege. Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzd. (Braunschweig) **12**. 1960, 22—27.

Mayer, K.: Verhaltensstudien bei der Mittelmeerfruchtfliege *Ceratitis capitata* Wied. Verhandl. XI. Internat. Entomologenkongr. Wien 1960, Sekt. Landw. Entomologie. [Im Druck.]

Michelbacher, A. E., and Middlekauff, W. W.: Vinegar fly investigations in Northern Carolina. J. econ. Ent. **47**. 1954, 917—922.

Nolte, H.-W.: Sexualduftstoffe der Schmetterlinge und Schädlingsbekämpfung. Kranke Pflanze **19**. 1942, 70—73.

Richmond, E. A.: Olfactory response of the Japanese beetle (*Popillia japonica* Newm.). Proc. ent. Soc. Washington **29**. 1927, 36—44.

Sanders, W.: Das Verhalten von *Ceratitis capitata* bei der Eiablage. [In Vorbereitung.]

Schreier, O., und Kaltenbach, A.: Über den Fang von Rapsschädlingen und anderen Insekten in Gelbschalen. Tätigkeitsber. Bundesanst. Pflanzenschutz Wien 1956, S. 148 bis 173.

Schwinck, I.: Über den Sexualduftstoff der Pyraliden. Zeitschr. vergl. Physiol **35**. 1953, 167—174.

Schwinck, I.: Experimentelle Untersuchungen über Geruchssinn und Strömungswahrnehmungen in der Orientierung bei Nachtschmetterlingen. Zeitschr. vergl. Physiol. **37**. 1954, 19—56.

Schwinck, I.: Freilandversuche zur Frage der Artspezifität des weiblichen Sexualduftstoffes der Nonne (*Lymantria monacha* L.) und des Schwammspinners (*Lymantria dispar* L.). Zeitschr. angew. Ent. **37**. 1955, 349—357.

Simanton, W. A.: Studies of Mediterranean fruit fly lures in Florida. J. econ. Ent. **51**. 1958, 679—682.

Steiner, L. F., Mitchell, W. C., Green, N., and Beroza, M.: Effect of cis-trans isomerism on the potency of an insect attractant. J. econ. Ent. **51**. 1958, 921—922.

Suomalainen, E., und Suomalainen, H.: Über das Vermögen des Schmetterlingsweibchens, Männchen fremder Arten anzulocken. Ann. ent. Fennici **8**. 1942, 103—106.

Unterstenhöfer, G.: Die Grundlagen des Pflanzenschutz-Freilandversuches. Höfchen-Briefe **10**. 1957, 169—232.

Whittington, F. B., Cory, E. N., and Langford, G. S.: The influence of host plants on the local distribution of Japanese beetle and on the effectiveness of traps. J. econ. Ent. **35**. 1942, 163—164.

Zambin, I. M., and Karpova, A. I.: A bioecological basis of chemical control measures against the frit fly (*Oscinella frit*). Summary Scient. Res. Work. Inst. Plant Protect. for the year 1939. Leningrad 1940, p. 23—26. — Ref. in Rev. appl. Ent. Ser. A **29**. 1941, 573—574.

Eingegangen am 3. März 1961.

DK 632.122.2 : 662.753.325

Der Einfluß von Heizöl im Boden auf die Pflanzenentwicklung

Von Adolf Kloke und Ulrich Sahm,

Biologische Bundesanstalt, Institut für nichtparasitäre Pflanzenkrankheiten, Berlin-Dahlem

Zeitungsartikel berichten immer wieder, häufig mit alarmierenden Schlagzeilen, über die Verunreinigung von Böden und Wässern mit Treib- oder Heizölen. Zumeist tritt diese Verunreinigung nach Auslaufen von Tanks als Folge von Unglücksfällen oder in der Nähe undichter Behälter auf mehr oder weniger großen Flä-

chen auf (1). Die Folge ist eine Beeinträchtigung des Pflanzenwachstums, ja oft die völlige Unfruchtbarkeit des Bodens (2, 3, 4). Auch die Leistung der Bodenorganismen wird durch Benzin, Gasöl u. a. stark beeinträchtigt (5, 6). Neben den sofort auftretenden Pflanzenschäden und der Bodenverunreinigung ist die Verunreinigung des Grundwassers und als Folge davon die des Trinkwassers zu erwarten. Bei Versuchen über die Geschmacksbeeinträchtigung des Trinkwassers ergab sich, daß Benzin in einer Verdünnung von 1 : 1 Million noch feststellbar war (6, 7).

Da bisher Untersuchungen über das Aufnahmevermögen des Bodens für Heiz- und Treiböle und quantitative Versuche über den Einfluß auf die Pflanzenentwicklung nicht vorliegen, haben wir erste orientierende Versuche durchgeführt, über die hier kurz berichtet werden soll.

1. Das Aufnahmevermögen eines Bodens für Heizöl

In ein großes Mitscherlichgefäß füllten wir 10 kg lufttrockenen Boden ein (lehmiger Sandboden des Dahlemer Versuchsfeldes, der früher einmal eine starke Müllkompostdüngung erhielt). Auf den Boden wurden dann in drei Gaben im Abstand von 24 Stunden insgesamt 4 l Heizöl (2 + 1 + 1 l) gegossen. Das letzte Liter Heizöl sickerte langsam vollkommen durch. Insgesamt konnten von den 4000 ml 2410 ml wieder aufgefangen werden, so daß 1590 ml Heizöl im Boden verblieben. 10 kg lufttrockener Boden hielten somit 1590 ml Heizöl fest. Anschließend versuchten wir, das Heizöl mit Wasser aus dem Boden zu verdrängen und überschichteten den Boden an 7 Tagen 11mal mit je 1 l Wasser. Anfänglich brachte das Wasser viel Heizöl mit; die letzten 3 l liefen jedoch ohne Heizöl ab. Von den im Boden vorhandenen 1590 ml Heizöl konnten 835 ml ausgewaschen werden, so daß noch 755 ml zurückblieben.

Aus diesen Zahlen ist zu erkennen, daß es bei einer Verunreinigung des Bodens mit Öl nicht möglich ist, das Öl durch Wasser restlos zu verdrängen. In einem vorausgegangenen Versuch war festgestellt worden, daß dieser Boden eine maximale Wasserkapazität von 46 % hat (bezogen auf 100 g lufttrockenen Boden). Nach der oben beschriebenen Sättigung des Bodens mit Heizöl lag die „Ölkapazität" jedoch nur bei 16 % (100 g lufttrockener Boden nehmen maximal 16 ml Heizöl auf). Die „Ölkapazität" beträgt in diesem Falle etwa 1/3 der Wasserkapazität. Das geringere Aufnahmevermögen des Bodens für Heizöl ist darauf zurückzuführen, daß das Heizöl nicht wie Wasser alle Feinporen ausfüllt, sondern infolge der größeren Oberflächenspannung die Poren verschließt. Dadurch konnte der Boden bei der nachfolgenden Wassersättigung auch nicht die Mengen an Wasser aufnehmen, die er ohne vorausgegangene Heizölzugabe aufnahm. Die zurückgehaltene Wassermenge betrug im Versuch 1250 ml, was einer maximalen Wasserkapazität von rund 12,5 % entspricht. Rechnet man die verbliebene „Ölkapazität" nach der Durchwaschung von 7,5 % (755 ml/10 kg Boden) hinzu, so betrug die Kapazität für die maximal festgehaltenen Flüssigkeiten 20 %, erreichte also nicht wieder den ursprünglichen Wert von 46 %.

2. Der Einfluß auf die Pflanzenentwicklung

Der von uns angesetzte Gefäßversuch soll nicht nur zeigen, bei welchen Heilölmengen im Boden noch eine Pflanzenentwicklung zu erwarten ist, sondern auch nach Möglichkeiten suchen, die pflanzenschädigende Wirkung des Heizöls im Boden zu mindern. Zu diesem Zweck wurden dem Boden steigende Torf-, Stroh- und Zuckermengen zugesetzt. Diese Zusätze sollten das Heizöl im Boden binden bzw. durch Veränderung der Bodenflora sowie durch Steigerung der mikrobiologischen Aktivität allmählich eine Beseitigung des Heizöls herbeiführen.



Abb. 1. Lihorapsentwicklung unter dem Einfluß von Heizöl. Aufnahme 3 Wochen nach der Saat. Von links nach rechts: 0 — 100 ml — 200 ml — 400 ml Heizöl/10 kg Boden, entsprechend 0 — 3 — 6 — 12 l Heizöl/qm. (Bild: BBA Berlin-Dahlem.)

Der Versuch wurde am 24. März in Ahr-Gefäßen mit 10 kg Boden (s. o.) auf einer Quarzsandschicht von etwa 2,5 kg angesetzt. Die 10 kg Boden erhielten zunächst eine ausreichende mineralische Düngung, dann 100 — 200 — 400 ml Heizöl und schließlich die in Tab. 1 angegebenen Mengen an Torf, Stroh bzw. Zucker zugemischt. Unter Berücksichtigung der Zusätze erfolgte eine Wasserzugabe auf 70 % der maximalen Wasserkapazität. Jedes der insgesamt 41 Versuchsglieder lief mit 3 Parallelen. Die Gefäße wurden sodann mit einer Kunststoff-Folie abgedeckt, um die Wasserzufuhr durch Regen zu verhindern und die Wasserverdunstung zu mindern, und anschließend im Freien aufgestellt.

Unter der Folie entwickelten sich die verschiedensten Unkräuter auf den Gefäßen ohne Heizölzugabe üppig, bei 100 ml schwach, bei 200 ml keimten sie nur, und bei 400 ml blieb auch die Keimung aus. Der Boden wurde in den Gefäßen bis zum 16. August zweimal umgearbeitet, wonach sich die Unkräuter in ähnlicher Weise entwickelten.

Tabelle 1. Der Einfluß von Heizöl im Boden auf die Entwicklung von Lihoraps (Trockensubstanzerträge). (Mittelwerte aus 3 Parallelen).

Organische Zusätze je Gefäß	ml Heizöl je Gefäß							
	0		100		200		100	200
	g	relativ	g	relativ	g	relativ	ohne Heizöl = 100	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
ohne	38,4	100	12,9	100	2,3	100	34	6
30 g Torf	36,2	94	14,8	114	4,9	213	41	14
60 g Torf	39,1	102	13,2	102	4,9	213	34	14
120 g Torf	40,1	104	14,4	112	2,1	91	36	5
30 g Stroh	25,8	67	1,9	15	0,9	39	7	3
60 g Stroh	28,6	74	3,0	23	0,7	30	10	2
120 g Stroh	23,7	62	1,6	12	0,6	26	7	3
30 g Zucker	32,9	86	8,8	68	2,5	109	27	8
60 g Zucker	27,5	72	10,7	83	2,0	87	39	7
120 g Zucker	29,1	76	7,4	57	0,6	26	25	2

Anmerkung zu Tabelle 1: Bei den Spalten 3, 5 und 7 wurden die Versuchsglieder ohne organische Zusätze = 100 gesetzt und bei den Spalten 8 und 9 die Versuchsglieder ohne Heizöl (Werte der Spalte 2 = 100).

Am 16. August, nach erneuter Entfernung der Unkräuter und Durcharbeitung des Bodens, erfolgte die Einsaat von Lihoraps als Versuchsfrucht. Heizöl und Zusätze waren 144 Tage im Boden. Der Lihoraps lief auf allen Gefäßen gleichmäßig auf; die Entwicklung blieb aber auf den Gefäßen mit Heizölzusätzen in der folgenden Zeit zurück (Abb. 1). Die organischen Zusätze zeigten anfänglich keinerlei Einfluß. Bis zur Ernte am 29. September entwickelte sich der Lihoraps aber auf den Böden mit Zusatz von Stroh und Zucker schlechter, was auch in den Ernteergebnissen zum Ausdruck kommt (Tab. 1). Diese Ertragsdepression ist auf Mineralstoff-Festlegung, insbesondere von Stickstoff, zurückzuführen.

Aus den Erträgen geht hervor, daß bei den Reihen ohne Heizöl (Spalte 2) Torf den Ertrag nicht beeinflußte, Stroh und Zucker ihn drückten. Bei Heizölzusatz geht mit steigender Gabe der Ertrag erheblich zurück und erreicht bei allen Gefäßen mit 400 ml Heizöl den Wert „Null" (in Tab. 1 nicht mehr aufgeführt). Der Ertragsrückgang ist bei „Stroh" am höchsten und bei „Torf" am niedrigsten.

Untersuchungen über den Einfluß des Heizöls und der Zusätze auf die Mikroorganismen des Bodens wurden eingeleitet[1]).

Der Gefäßversuch soll mehrere Jahre laufen, um festzustellen, wie lange sich das Heizöl im Boden hält und ob zu einem späteren Zeitpunkt die zugegebenen organischen Substanzen einen Einfluß auf die Vernichtung des Heizöls im Boden zeigen.

3. Zusammenfassung und Schlußfolgerung

Die Aufnahmefähigkeit des Bodens für Heizöl ist geringer als die für Wasser. Sie liegt im vorliegenden Falle bei etwa 1/3 der maximalen Wasserkapazität. Das Heizöl läßt sich auch mit großen Mengen Wasser nur zur Hälfte aus dem Boden wieder auswaschen.

Bereits 100 ml Heizöl je 10 kg Boden — etwa 3 l/m² — minderten im vorliegenden Versuch den Ertrag um etwa 65 %. Die organischen Zusätze (Torf, Stroh und Zucker) konnten nach einer Verweildauer von rund 5 Monaten im Boden die ertragsmindernde Wirkung des Heizöls nicht aufheben oder abschwächen.

Was kann man nun nach einer örtlich aufgetretenen Verunreinigung des Bodens mit Heizöl tun? Eine Verdrängung mittels Wasser kann wegen der Grundwasserverschmutzung nicht empfohlen werden, ist auch ohne durchschlagenden Erfolg und außerdem technisch nicht durchführbar (2). Der mikrobiologische Abbau dauert zu lange und kann daher nicht abgewartet werden (5). Somit bleibt z. Z. die einzige Möglichkeit, einen mit Heizöl verunreinigten Boden mit ölfreiem Boden zu versetzen, bis eine zufriedenstellende Pflanzenentwicklung möglich ist.

Im beschriebenen Versuch lag der Ertrag bei 3 l Heizöl je m² bei 35 % des normalen Ertrages (Abb. 2). Nach einer Zumischung von gesundem Boden im Verhältnis 1 : 1 zu diesem verunreinigten Boden dürften etwa 60 % des normalen Ertrages zu erwarten sein. Will man aber

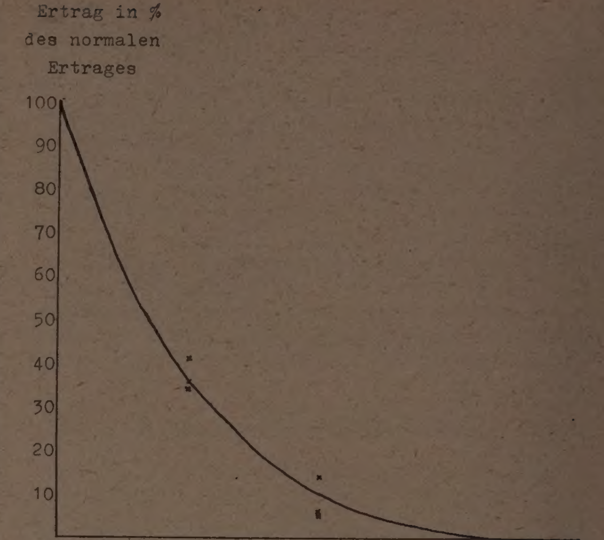


Abb. 2. Beziehungen zwischen Pflanzenertrag und Heizölgehalt des Bodens.

den Boden sofort vollends fruchtbar machen, ist ein Ausheben und Verwerfen erforderlich. Eventuell läßt sich dieser Boden gegen einen solchen von Wegen austauschen, wo sowieso keine Pflanzenentwicklung erwünscht ist bzw. erwartet wird. Auch eine Überschichtung des verunreinigten Bodens mit ölfreiem Boden oder ein tiefes Unterpflügen, wodurch der verunreinigte Boden im Untergrund nesterartig verteilt wird, dürfte auf solchen Flächen wieder eine Pflanzenentwicklung möglich machen. Im letzteren Falle wachsen die Wurzeln am ölhaltigen Boden vorbei. Über die weiteren Ergebnisse dieser Versuche wird zu gegebener Zeit berichtet werden.

[1]) Diese Arbeiten werden vom Institut für Bakteriologie der Biologischen Bundesanstalt, Berlin-Dahlem, durchgeführt.

Literatur

1. Anonym: Wasserversorgung — Verunreinigung durch Öl. Atom und Wasser, Information des BMAt, Beilage zu Nr. 7 vom 10. 1. 1961.
2. Knickmann, E.: Pflanzenschäden durch Ölverschmutzung von Boden und Wasser. Umschau **60**. 1960, 118—119.
3. Balks, R.: Über Bodenschäden durch Mineralöl. Landw. Wochenbl. Westfalen u. Lippe **115 A**. 1958, 1697.
4. Zislavsky, W.: Kann Erdöl von der Pflanze aufgenommen werden? Pflanzenarzt **11**. 1958, 31—33.
5. Stundl, K.: Der Einfluß von Treibstoffen auf die Abbauleistung von Bodenbakterien. Umschau **59**. 1959, 568 bis 569.
6. Anonym: Verunreinigung des Grundwassers. Naturwiss. Rundschau **13**. 1960, 434—435.
7. Müller, J.: Bedeutsame Feststellungen bei Grundwasserverunreinigungen durch Benzin. Gas- und Wasserfach **93**. 1952, 205—209.

Eingegangen am 15. Februar 1961.

MITTEILUNGEN

Bekanntmachung über krebsresistente Kartoffelsorten

Vom 2. Juni 1961. (Bundesanzeiger, Nr. 112 vom 14. Juni 1961, S. 1.)

Nach Prüfungen, die von der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Braunschweig, durchgeführt wurden, sind die nachstehend genannten Kartoffelsorten außer gegen den Biotyp (Rasse) 1 des Kartoffelkrebses noch gegen weitere seiner Biotypen (Rassen) resistent, und zwar

die Sorte „Hassia" gegen die Biotypen (Rassen) 2 und 6,
die Sorte „Saphir" gegen die Biotypen (Rassen) 6, 7 und 8,
die Sorte „Tondra" gegen die Biotypen (Rassen) 2, 6, 7 und 8.

Bonn, den 2. Juni 1961

Der Bundesminister für
Ernährung, Landwirtschaft und Forsten
Im Auftrag
Dr. Herren

Prüfung von Kartoffelzuchtstämmen auf Widerstandsfähigkeit gegen den Erreger des Kartoffelkrebses im Jahre 1960/61

A. Prüfungen auf Resistenz gegen Rasse 1

Von den insgesamt 3272 Vorsortierungen wurden 2493 von der Bezirksstelle Lübeck des Pflanzenschutzamtes Schleswig-Holstein, 90 von der Bayerischen Landesanstalt für Pflanzenbau und Pflanzenschutz in München und 689 von dem Pflanzenschutzamt Münster (Westf.) durchgeführt.

In der Vorprüfung befanden sich 4000 Stämme, davon 2447 bei der Bezirksstelle Lübeck (befallen 16,5 %), 590 bei der Bayerischen Landesanstalt für Pflanzenbau und Pflanzenschutz in München (befallen 24,2 %) und 963 bei dem Pflanzenschutzamt Münster (befallen 35,5 %).

In der Hauptprüfung erwiesen sich von 165 Stämmen 46 (27,9 %) als anfällig.

B. Prüfungen auf Resistenz gegen die Rassen 2, 6, 7 und 8

Es wurden von der Biologischen Bundesanstalt in Braunschweig 124 Vorsortierungen, 44 Vorprüfungen sowie 3 Hauptprüfungen und von dem Pflanzenschutzamt Münster 50 Vorsortierungen, 11 Vorprüfungen sowie 1 Hauptprüfung durchgeführt.

Biologische Bundesanstalt
für Land- und Forstwirtschaft
Braunschweig
Institut für Botanik

16. Sitzung des Ausschusses für Pflanzenschutz der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft

Unter dem Vorsitz des Präsidenten der Biologischen Bundesanstalt, Prof. Dr. H. Richter, fand am 22. und 23. Juni 1961 die 16. Sitzung des Ausschusses für Pflanzenschutz der DLG in Celle statt. An eine kurze, interne Ausschußsitzung schloß sich eine sehr gut besuchte öffentliche Vortragstagung über „Wege zu gesunden Pflanzkartoffelbeständen" an, auf der folgende Vorträge gehalten wurden: „Forderungen der Verbraucher an die Qualität des Kartoffelpflanzgutes" (Landwirtschaftsrat Matthes, Frankfurt/Main), „Die Beschaffenheitsprüfung im Rahmen der Saatenanerkennung aus der Sicht bayerischer Erfahrungen" (Oberregierungsrat Dr. Arenz, Weihenstephan) und „Virus-Situation und Beschaffenheitsprüfungen im norddeutschen Pflanzkartoffelbau" (Oberlandwirtschaftsrat Dr. Scheibe, Hannover). Auf einer Besichtigungsfahrt durch das geschlossene Pflanzkartoffelanbaugebiet im Raume Gockenholz Kr. Celle am nächsten Tage konnten sich die Teilnehmer in eindrucksvoller Weise davon überzeugen, wie es trotz der schwierigen Virussituation gelingt, auch bei empfindlichen Sorten einwandfreie Pflanzgutbestände zu erzielen, wenn alle Beteiligten vertrauensvoll und verantwortungsbewußt zusammenarbeiten.

DK 632.982.4

50 Jahre Flugzeugeinsatz im Pflanzenschutz



PATENTAMT

AUSGEGEBEN DEN 17. MAI 1912.

PATENTSCHRIFT

№ 247028

KLASSE 45 *l*. GRUPPE 4. /35

ALFRED ZIMMERMANN IN DETERSHAGEN B. BURG-MAGDEBURG.

Verfahren zur Vernichtung der Nonnenraupe und anderer Waldschädlinge durch Bestäuben der Bäume mit die Schädlinge vernichtenden Flüssigkeiten oder Trockenstoffen.

Patentiert im Deutschen Reiche vom 29. März 1911 ab.

Vor 50 Jahren wurde dem Forstmeister Alfred Zimmermann, damals wohnhaft in Detershagen bei Burg-Magdeburg, obiges Patent erteilt. Seine Vorschläge gerieten zunächst in Vergessenheit, nicht zuletzt vielleicht deshalb, weil in der Überschrift zum Patent „Verfahren zur Vernichtung der Nonnenraupe und anderer Waldschädlinge durch Bestäuben der Bäume mit die Schädlinge vernichtenden Flüssigkeiten oder Trockenstoffen" das technische Mittel hierzu nicht erwähnt ist. Nur im Text und am Schluß der Patentschrift — in den Patentansprüchen — werden die Worte „durch Verwendung eines Luftfahrzeuges" gebraucht.

Erst 10 Jahre später wurden in Amerika die ersten praktischen Versuche unternommen, in Obstplantagen mit Hilfe des Einsatzes von Flugzeugen Raupen zu bekämpfen. 1925 gab es in Amerika schon eine Reihe von Unternehmern, die sich gewerbsmäßig mit dem Betrieb von Flugzeugen in der Farm- und Waldwirtschaft befaßten. Im gleichen Jahre wurden die ersten Versuche zur Verwendung des Flugzeuges für die Schädlingsbekämpfung in Deutschland aufgenommen.

Der Wegbereiter für den Flugzeugeinsatz im Pflanzenschutz ist aber mit seinen in dem Patent Nr. 247028 niedergelegten Gedanken Alfred Zimmermann. Er lebt heute in Lürschau, Post Schleswig, und konnte im April 1960 seinen 85. Geburtstag begehen (vgl. diese Zeitschrift **12**. 1960, 80).

H. Koch (Braunschweig)

LITERATUR

DK 632.481.257 Synchytrium : 632.914 (023) = 854

Bojňanský, Vít: Ekológia a prognóza rakoviny zemiakov *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. (Die Ökologie und Prognose des Kartoffelkrebses.) Bratislava: Slovenská Akadémia Vied 1960. 227 S. Preis brosch. 11,60 Kčs.

In allen Ländern, in denen der Kartoffelkrebs auftritt, bekämpft man ihn durch den Anbau resistenter Sorten. Daran hat auch das Auftreten neuer Rassen des Pilzes nichts geändert. Versuche zur chemischen Eradikation des Erregers sind in den USA, in Kanada und Osteuropa durchgeführt worden. Ganz allgemein wird bezweifelt, daß mit dieser Maßnahme ein dauerhafter Erfolg errungen wird.

Vor mehr als zwei Jahrzehnten ist man in Deutschland dazu übergegangen, das ganze Kartoffelsortiment auf resistente Sorten umzustellen und schließlich den Anbau anfälliger Sorten ganz zu verbieten. Hiervon ist in Deutschland die Sorte Erstling ausgenommen worden. Eine Koppelung der Krebsresistenz mit der Frühreife ist nur schwer zu erreichen, so daß auf diese wichtige Frühkartoffelsorte nicht verzichtet werden

konnte. Auch einige andere europäische Länder haben Bestimmungen erlassen, durch die der Anbau resistenter Sorten obligatorisch wurde.

Hier setzen nun die Gedanken und Überlegungen von Bojňanský ein. Wenn es Gebiete gibt, in denen der Krebserreger nicht die für seine Entwicklung erforderlichen klimatischen Bedingungen findet,, müßte man dort unbesorgt anfällige, also insbesondere auch frühe Sorten anbauen können. Nun war über die Ökologie des Erregers schon einiges bekannt. Der Pilz bevorzugte niederschlagsreiche Vorgebirgs- und Gebirgslagen. Sein Auftreten in diesen Gebieten war aber auch mit der kleinbäuerlichen Wirtschaft verknüpft. Durch mangelnde Fruchtfolge wurden die Dauersporen im Boden angereichert, und schließlich war ein Kartoffelanbau kaum noch tragbar. Die ersten umfassenden Erhebungen über Klima und Kartoffelkrebsauftreten hatte der Finne Hintikka bereits im Jahre 1929 durchgeführt. Auf diese Untersuchungen ist der Autor leider zu spät gestoßen, so daß er sie nicht berücksichtigen konnte. Damit ist natürlich der Wert einer erneuten Erhebung nicht geschmälert, zumal seit der Arbeit von Hintikka drei Jahrzehnte vergangen sind und der Kartoffelkrebs eine weitere Ausbreitung erfahren hat. Hinzu kommt, daß Bojňanský auch versucht hat, die Ökologie des Erregers experimentell zu klären.

Bojňanský geht zunächst der Frage nach, wie es kommt, daß der Kartoffelkrebs in der Slowakei in Hornany, wo er von Schilberszky vor rund 70 Jahren entdeckt wurde, später nie wieder aufzufinden war. Hornany liegt 250—288 m hoch am Fuße des Inovec-Gebirges. Der langjährige Durchschnitt der Niederschläge beträgt 700 mm. Die jährliche Durchschnittstemperatur beträgt 8,5° C, die durchschnittliche Julitemperatur 18° C. In Hornany folgten nun auf eine feuchte Klimaperiode die trockenen Jahre 1892—1899 mit Niederschlägen, die weit unter der Norm lagen. Hieraus wird das Verschwinden des Krebses aus Hornany gedeutet. Durch eine Reihe von Versuchen wurde gezeigt, daß die äußeren Bedingungen im subariden Gebiet der Slowakei für eine Krebsverseuchung ungünstig sind. Bringt man aus anderen Gebieten stark verseuchte Erde in Böden der subariden Zone, so geht der Krebsbefall bei anfälligen Sorten von Jahr zu Jahr zurück. Teilweise blieb er bereits im 3. Jahre aus, da der Besatz des Bodens mit lebensfähigen Dauersporen schnell abnimmt.

Es wurden umfangreiche Daten über das Krebsauftreten in den meisten europäischen Ländern gesammelt. Wie sich zeigte, liegen die meisten Krebsherde in Vorgebirgs- und Gebirgslagen, während die Pannonische Tiefebene, die Süddonauebene, die trockenen Niederungsgebiete Südwesteuropas, das Flachland der Südukraine und die Ebene am Kaspischen Meer krebsfrei sind. Eine Analyse der Klimadaten zeigte an, daß der Erreger folgende Ansprüche stellt: Jahrestemperaturmittel unter 8° C, Julitemperaturmittel unter 18° C, längere Winter von über 160 Tagen mit Temperaturen unter 5° C und Niederschläge über 700 mm, wovon der größte Teil auf den Sommer fällt. Eine gewisse Verschiebung dieser Grenzen ergab sich in den Küstengebieten. Es gibt somit nach Bojňanský Gebiete, die für den Kartoffelkrebs „ungeeignet" sind. Ein generelles Verbot des Anbaues anfälliger Sorten sei daher unbegründet. In den für Krebs „ungeeigneten" Gebieten könnten anfällige Sorten unbesorgt angebaut werden.

Bojňanský zieht aus seiner Klimaanalyse sehr weitgehende Schlüsse. Nicht zu hohe Temperaturen und ausreichende Feuchtigkeit begünstigen während der Vegetationsperiode den Krebsbefall. Darüber hinaus sollen aber milde, feuchte Winter die Bodenentseuchung begünstigen, da die Dauersporen während der vegetationsfreien Zeit auskeimen und zugrunde gehen. Mit dieser experimentell noch zu stützenden These wird das — nach Ansicht des Verf. geringe — Krebsvorkommen in England gedeutet. Wenn auch seit einigen Jahrzehnten nur spärliche Angaben über das Krebsauftreten in England publiziert wurden, so dürfte diese Krankheit hier doch keineswegs selten sein. Bevorzugt verseucht sind die mittelenglischen Industriegebiete. Hier wird, wie in sehr vielen Industriegegenden und im Weichbild der Großstädte, in Kleingärten ein fortwährender Kartoffelbau betrieben. Die Ursachen für die Ausbreitung des Kartoffelkrebses sind überaus vielschichtig. Die Ökologie des Erregers spielt nicht allein die entscheidende Rolle, ganz abgesehen davon, daß man mit Mittelwerten operieren muß. Wirtschaftsstruktur der Landwirtschaft, Industrialisierung und Ernährungsgewohnheiten sind für den Kartoffelbau und damit für die Krankheiten der Kartoffel ebenso bedeutsam.

J. Ullrich (Braunschweig)

Stellenausschreibung

Bei der

Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft — Laboratorium für chemische Mittelprüfung in Braunschweig —

ist die Stelle eines wissenschaftlichen Angestellten — Vergütungsgruppe III TO. A — zu besetzen.

Voraussetzungen: Mit Promotion abgeschlossenes Studium der Chemie, gründliche Kenntnisse in analytischer und physikalischer Chemie. Erfahrungen in UV- und IR-Spektroskopie sowie Gaschromatographie erwünscht.

Bewerbungen mit handgeschriebenem Lebenslauf, Lichtbild, beglaubigten Abschriften des Doktor-Diploms und der Beschäftigungszeugnisse, Verzeichnis der Veröffentlichungen und — soweit vorhanden — Nachweisen, daß der Bewerber Schwerbeschädigter, Spätheimkehrer, Unterbringungsberechtigter nach dem Gesetz zu Art. 131 des Grundgesetzes oder aus anderen Gründen bevorzugt unterzubringen ist, werden bis zum 30. August 1961 erbeten. Persönliche Vorstellung nur nach Aufforderung.

Biologische Bundesanstalt
für Land- und Forstwirtschaft
— Hauptverwaltung —
Braunschweig, Messeweg 11/12

Neues Merkblatt der Biologischen Bundesanstalt

Nr. 22: Richtlinien des Bundesgesundheitsamtes und der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft über Vorsichtsmaßnahmen bei der Anwendung von Methylbromid zur Schädlingsbekämpfung in Räumen, Begasungsanlagen oder unter gasdichten Planen. Vom 30. Mai 1961. — 8. S. (DIN A 5) auf orangefarbenem Papier.

Für dieses Merkblatt gelten folgende Preise:

Einzeln 0,20 DM, ab 100 Stück 0,17 DM, ab 1000 Stück 0,15 DM.

Bestellungen im Werte von 3,— DM an aufwärts nimmt die Bibliothek der Biologischen Bundesanstalt in Braunschweig entgegen.

Die Abgabe von kleineren Mengen und Einzelstücken erfolgt durch die Pflanzenschutzämter der Bundesländer.

Neues Flugblatt der Biologischen Bundesanstalt

Nr. 9: Die Bisamratte. Von S. Mehl. 3. Aufl. 1961. 12 S. mit 10. Abb.

Für dieses Flugblatt gelten folgende Preise:

Einzeln 0,25 DM, ab 100 Stück 0,20 DM, ab 100 Stück 0,15 DM.

Nur Bestellungen im Werte von 3,— DM (12 Stück) an aufwärts nimmt die Bibliothek der Biologischen Bundesanstalt in Braunschweig entgegen.

Der Einzel- und Kleinverkauf erfolgt durch die Pflanzenschutzämter der Bundesländer.

Verantwortlicher Schriftleiter: Präsident Professor Dr. H. Richter, Braunschweig, Messeweg 11—12 / Verlag: Eugen Ulmer, Verlag für Landwirtschaft, Gartenbau und Naturwissenschaften, Stuttgart-O, Gerokstr. 19 / Druck: Ungeheuer & Ulmer, Ludwigsburg, Körnerstr. 16
Erscheint monatlich. Bezugspreis je Nummer DM 2.— / Printed in Germany